



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**DISEÑO DE UN MINI ACUEDUCTO POR BOMBEO ELECTRICO (MABE), PARA
LA COMUNIDAD DE COYUSNE, MUNICIPIO DE TEUSTEPE, DEPARTAMENTO
DE BOACO PARA EL AÑO 2019.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por

Br. Michael Alexander Moncada Cornejo.

Br. Yarel Osmin Torrez Sanchez.

Tutor

MSc. Ing. José Ángel Baltodano Maldonado.

Managua, Marzo 2020

DEDICATORIA

Con todo amor y cariño, a Dios que me dio la oportunidad de vivir y de regalarme una familia maravillosa.

Con mucho cariño a mis padres, por tantos años de comprensión e infinita paciencia, acompañándome en el largo trayecto de mi vida diaria.

A mi madre, Berenice Cornejo Paz, por su interminable amor y entereza, que me dio la vida y su compañía en todo momento, por darme una carrera universitaria, armas para mi futuro, por creer en mí, por su absoluto apoyo en los momentos más difíciles.

A Leyling Eronia Cornejo Paz, tía, amiga y cómplice, por tantos años de consejos. A mi hermano Rony Moncada, y a mi prima Cinthia Cáceres, al MSC. Ing. José Ángel Baltodano por toda su ayuda brindada en la realización de la, monografía, a mis abuelos ausentes y presentes de este gran logro, a mi amiga y apoyo en todo momento ing. Iveth castillo, además toda mi familia, incondicional en todo momento.

"No son los golpes ni las caídas las que hacen fracasar al hombre o a la mujer; sino su falta de voluntad para levantarse y seguir adelante."

(Anónimo.)

Michael Moncada

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios padre todopoderoso por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de una de mis metas, culminar mi carrera universitaria.

Así mismo, a mis padres quienes fueron parte de todo este proceso en su apoyo incondicional y económico, por brindarme un gran ejemplo, a mi madre quien ha estado con sus atenciones en cada momento para lograr esta meta.

A mi padre el Ing. Jose Osmin Torrez él fue la clave en encaminarme en esta carrera trasmitiéndome sus conocimientos habilidades y darme su apoyo en los momentos más difíciles y a pesar de todas las decisiones nunca dudo en apoyarme en mis metas por ser un gran padre todo este esfuerzo no habría sido posible sin él.

A la estudiante de ing. Civil Martha Lilliam Gutiérrez Padilla, mujer incondicional y dedicada, que me ha apoyado, dándome consejos y alientos de superación, brindándome sus conocimientos ha sido una de las personas que me ha motivado para realizar mis sueños. A mis hermanos Yeral y Odalis Torrez por estar siempre a mi lado, y a mis amigos que son parte de todo este proceso, agradezco a mi primo Carlos Josué Torrez que asido como un hermano por todo su apoyo brindado.

“El éxito no se logra sólo con cualidades especiales. Es sobre todo un trabajo de constancia, de método y de organización.”

(J.P. Sergeant)

Yarel Torrez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos primeramente a Dios nuestro señor, por permitirnos culminar nuestra carrera universitaria, por permitirnos cerrar este maravilloso capítulo de enseñanza, por permitirnos conocernos y trabajar juntos por tanto tiempo, como amigos, Yarel, Michael.

Agradecemos principalmente a nuestros padres por brindarnos la educación superior que hoy coronamos. Gracias especialmente a nuestro amigo, y tutor MSc ING José Ángel Baltodano por guiarnos en la senda correcta para la culminación exitosa de nuestra carrera.

A nuestra amiga incondicional Ing. Iveth Castillo Cadena por la ayuda que me brindo cuando más lo necesitaba.

Gracias especialmente a nuestros profesores por la enseñanza constante y el conocimiento compartido a lo largo de estos cinco años. A todos aquellos que indirectamente tuvieron participación en la realización de este gran logro.

Yarel, Michael

ABREVIATURAS

CEPS	Centro de Estudios de Promoción Social
CTD	Carga total dinámica
ENACAL:	Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados
G.A	Golpe de ariete
GPM	Galones por minuto
H.G.	Hierro galvanizado
HI	Pérdidas localizadas
Hmáx:	Altura máxima
Hmin:	Altura mínima
HP	Horsepower
INAA	Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado Sanitario
Ing.	Ingeniero
Km	Kilómetros
kW	Kilo watts
L/s,lps	Litros por segundo
LBA	Línea de base ambiental
M	Metros
m.c.a	Metros columna de agua
m2	Metros cuadrados
Mm	Milímetro
Msnm	Metros sobre el nivel del mar
NTON	Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua.
PB	Potencia de la bomba
pulg.	Pulgadas
PVC	Polyvinyl chloride
RNC-07	Reglamento nacional de la construcción 2007
SAAP	Sistema de abastecimiento de agua potable
SNIP	Sistema nacional de inversión pública.

RESUMEN

Se presenta el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad Coyusne para un periodo de 20 años (2019 -2039), con el propósito principal de ayudar al mejoramiento de las condiciones higiénico - sanitarias y a la implementación de un servicio de calidad.

El sistema fue diseñado a partir de las normas rurales para el abastecimiento de agua potable regidas por INAA, considerando las particularidades y características que posee la zona. Para su diseño se tomaron criterios hidráulicos que garanticen el funcionamiento eficiente durante la vida útil de la obra.

El diseño comprende la red de conducción de la fuente, en este caso, un pozo hasta un tanque de almacenamiento donde el vital líquido circulará a presión utilizando una bomba sumergible de 1/2 hp de potencia. Se dimensionaron las tuberías en la red de distribución con sus válvulas necesarias, velocidades y presiones para que garanticen que el flujo llegue por gravedad desde el tanque hacia los domicilios.

Se desarrollaron componentes para fortalecer el propósito del proyecto como es el diagnóstico a partir de información in situ, complementándolo con datos suministrados por los entes competentes en el área. Se elaboró un estudio demográfico de la comunidad con el objetivo de determinar a través del método geométrico la proyección futura para el periodo de diseño de este sistema, obteniendo así el consumo máximo diario de 0.78 lps y un consumo máximo horario de 1.24 lps requerido por la población para el año 2039. Posteriormente, se efectuó un levantamiento topográfico con estación total de 5163 metros entre la línea de conducción y la red de distribución, en el que se detallan los accidentes y variaciones de cotas del terreno, lo que permitió definir la

configuración del sistema y su funcionamiento por bombeo.

El costo total de la obra es de C\$ 6,145,353.01 (seis millones, ciento cuarenta y cinco mil, trescientos cincuenta y tres, punto cero un centavo), Para darle curso a la construcción de este proyecto se realizan los planos, especificaciones técnicas, la planificación.

El trabajo se clasifica en diez capítulos, los que presentan la siguiente secuencia lógica:

Capítulo 1: Generalidades.

Capítulo 2: Marco teórico.

Capítulo 3: Diseño metodológico.

Capítulo 4: Resultados.

Capítulo 5: Conclusiones y recomendaciones.

INDICE

<i>I. GENERALIDADES</i>	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedentes	1
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	5
1.4.1 Objetivo general	5
1.4.2 Objetivos específicos	5
<i>II. MARCO TEORICO</i>	6
2.1 Descripción del sitio	7
2.2 Macro localización.....	7
2.3 Macro localización.....	7
2.4 Descripción general del municipio.....	8
2.5 Limites.....	8
2.6 Clima y precipitación	8
2.7 Descripción de la comunidad	9
2.8 Diagnóstico	9
2.8.1 Recolección de información para el diagnóstico	10
2.8.2 Pasos para realizar un diagnóstico	10
2.8.3 Funciones del diagnóstico.....	10
2.8.4 Funciones del diagnóstico en relación con el campo de actuación.....	11
2.8.5 Funciones del diagnóstico en relación con la metodología	11
2.8.6 Herramientas de diagnósticos.....	11

2.9	Fuente de abastecimiento	12
2.9.1	Cantidad	12
2.9.2	Calidad	12
2.9.3	Localización.	13
2.9.4	Selección una fuente de abastecimiento.....	13
2.10	Estudio topográfico.....	14
2.10.1	Datos topográficos.....	14
2.10.2	Levantamiento topográfico	14
2.11	Diseño del sistema de abastecimiento	15
2.11.1	Hidráulica del acueducto	15
2.11.2	Conceptos y definiciones.....	16
2.12	Análisis físicos, químicos, bacteriológicos.....	17
2.12.1	Examen físico color	17
2.12.2	Olor	17
2.12.3	Sabor	18
2.12.4	Temperatura	18
2.12.5	Turbiedad	19
2.12.6	Análisis químico.....	19
2.12.7	Análisis bacteriológico	19
2.12.8	Clasificación de los recursos de acuerdo a sus usos	19
2.12.9	Proceso de clasificación de los cuerpos de agua	20
2.12.10	Proceso de caracterización del cuerpo de agua.....	31
2.13	Parámetros consideraremos para la estructura de costos.	34
2.13.1	Costo directo	34

2.13.2	Costos indirectos	35
2.13.3	Costos administrativos.....	35
2.13.4	Costos de Utilidad.....	35
2.13.5	Costos de operación.....	36
2.13.6	Costos por servicios especializados	36
2.13.7	Costos imprevistos	36
2.13.8	Costos de Administración Central.....	37
2.13.9	Impuestos	37
2.13.10	Criterios considerados para la elaboración del presupuesto	37
2.13.10.1	Mano de obra.....	37
2.13.10.2	Transporte.....	37
2.13.10.3	Impuestos	38
<i>III.</i>	<i>DISEÑO METODOLOGICO</i>	<i>39</i>
3.1	Materiales para procesar información	40
3.2	Encuesta socioeconómica.....	40
3.3	Encuesta caracterización de la condición de servicio	40
3.4	Levantamiento topográfico	41
3.5	Realizar prueba de calidad de agua.....	41
3.6	Proyección de población	42
3.6.1	Tasa de crecimiento	42
3.6.2	Proyección de población	43
3.6.3	Método geométrico para proyección de población	43
3.6.4	Periodo de Diseño.....	44
3.6.5	Estimación de consumo	44

3.6.6	Dotación	45
3.6.7	Pérdida de agua en el sistema	45
3.6.8	CPD: consumo promedio diario	45
3.7	Línea de conducción	46
3.7.1	Caudal de bombeo	46
3.7.2	Diámetro económico	46
3.7.3	Velocidad	46
3.7.4	Celeridad	46
3.7.5	Golpe de ariete	47
3.7.6	Módulo de elasticidad	47
3.7.7	Perdida de carga	47
3.7.8	Presión total	48
3.7.9	Potencia de bomba	49
3.7.10	Potencia del motor	49
3.8	Parámetros	49
3.8.1	Parámetros Característicos de la Bomba	49
3.8.2	Energía	50
3.8.3	Nivel de bombeo	50
3.8.4	Datos para calcular la CTD	51
3.8.5	Nivel estático del agua	51
3.8.6	Sumergencia de la bomba	52
3.9	Funciones de algunos accesorios	52
3.9.1	Válvula de compuerta	52
3.9.2	Válvula de globo	52

3.9.3	Válvula de limpieza	52
3.9.4	Válvulas de admisión y expulsión de aire.....	53
3.9.5	Válvulas de retención o de cheque	53
3.9.6	Válvulas de alivio contra el golpe de ariete	54
3.9.7	Pérdidas localizadas	54
3.9.8	Almacenamiento	56
3.10	Sistema de desinfección	56
3.10.1	Volumen del dosificador	56
3.10.2	Red de distribución	57
3.10.3	Planos constructivos y especificaciones técnicas.....	57
3.10.4	Costo	57
3.10.5	Análisis económico del proyecto.....	58
<i>IV.</i>	<i>RESULTADOS.....</i>	<i>60</i>
4.1	Diagnóstico	61
4.2	Población y vivienda.....	61
4.3	Actividad económica	62
4.4	Servicios existentes.....	63
4.5	Educación y vivienda.....	63
4.6	Transporte.....	63
4.7	Salud	64
4.8	Situación habitacional	64
4.9	Disponibilidad de integración al proyecto	65
4.10	Situación económica	65
4.11	Condiciones higiénicas de las viviendas	66

4.12	Situación existente en la comunidad	68
4.13	Estudio topográfico.....	69
4.13.1	Informe de topografía	69
4.13.2	Plano de la comunidad de Coyusne.	70
4.13.3	Curvas de nivel de la línea de conducción y red de distribución	70
4.13.4	Poligonales donde se ubicará el pozo y tanque de almacenamiento	71
4.13.5	Estudio de la calidad de agua.....	73
4.13.6	Localización.....	75
4.14	Diseño hidráulico de los elementos del sistema.....	77
4.14.1	Estimación de población.....	77
4.14.2	Método geométrico	77
4.14.3	Tasa de crecimiento geométrica Kg	78
4.14.4	Proyección de población.....	78
4.14.5	Determinación del caudal de diseño.....	79
4.14.6	Parámetros de diseño.....	79
4.14.7	Línea de conducción.....	82
4.14.8	Tubería de conducción	82
4.14.9	Cálculo del golpe de ariete para cierre instantáneo.....	83
4.15	Diseño de estación de bombeo	84
4.15.1	Caseta de control.....	84
4.15.2	Dimensionamiento del equipo de bombeo.....	84
4.16	Sistema de desinfección	84
4.16.1	Volumen del dosificador	84
4.16.2	Cálculo de las pérdidas de carga en la sarta de bombeo	87

4.16.3	Cálculo de las pérdidas de carga en la tubería de conducción.....	89
4.16.4	Cálculo de las pérdidas de carga en la entrada del tanque	90
4.16.5	Cálculo de la carga total dinámica (CTD)	91
4.16.6	Cálculo de presión de trabajo	91
4.16.7	Cálculo de la potencia de la bomba y del motor	92
4.17	Análisis de la red de distribución en Epanet versión 2.0 E	93
4.17.1	Resultados del análisis de la red	95
4.17.2	Presiones en los nodos	95
4.17.3	Análisis en EPANET de tuberías de la red de distribución	99
4.18	Costos del sistema.....	102
4.18.1	Consideraciones para la elaboración del presupuesto	103
4.18.2	Beneficios del proyecto.....	103
4.18.3	Identificación de beneficios.....	104
4.18.4	Relación costos- beneficios	105
4.19	Especificaciones técnicas	105
4.19.1	Fuente de abastecimiento	105
4.19.2	Acabado del pozo perforado Sello sanitario	105
4.19.3	Equipo de bombeo.....	107
4.19.4	Bomba	107
4.19.5	Motor	108
4.19.6	Cable de alimentación	108
4.19.7	Válvulas de retención vertical	108
4.19.8	Codo de descarga	109
4.19.9	Sarta de la bomba	109

4.19.10	Válvula de compuerta con bridas.....	110
4.19.11	Válvulas de retención horizontal (válvula check)	110
4.19.12	Medidor maestro.....	110
4.19.13	Manómetro de carga.....	111
4.19.14	Equipo Desinfección de Agua.....	112
4.19.15	Caseta de bombeo	112
4.19.16	Limpieza inicial	112
4.19.17	Concreto	113
4.19.18	Materiales Cemento.....	113
4.19.19	Agua	113
4.19.20	Agregados	114
4.19.21	Bloques de concreto hueco	114
4.19.22	Acero	114
4.19.23	Repellos y finos	115
4.19.24	Estructura de techo.....	115
4.19.25	Construcción.....	115
4.19.26	Cubierta de techo	116
4.19.27	Acabado y pintado	116
4.19.28	Piso.....	116
4.19.29	Suministro e instalación de tuberías y accesorios	117
4.19.30	Tuberías y accesorios de Cloruro de Polivinilo (PVC)	117
4.19.31	Tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado (HG)	118
4.19.32	Válvulas.	118
4.19.33	Válvulas de compuerta HF	118

4.19.34	Válvulas de compuerta de bronce	119
4.19.35	Válvulas de aire y vacío	119
4.19.36	Juntas Dresser	119
4.20	Instalación de tubería y accesorios	120
4.20.1	Excavación de zanjas	120
4.20.2	Instalación de tuberías.....	120
4.20.3	Instalación de válvulas.....	120
4.20.4	Remoción de agua.....	121
4.20.5	Relleno y compactación.....	121
4.20.6	Disposición de materiales excavados.....	121
4.20.7	Bloques de reacción	121
4.20.8	Cruce de cauces.....	122
4.20.9	Restauración de superficies	122
4.20.10	Conexiones domiciliarias.....	122
4.20.11	Tanque de almacenamiento	122
V.	<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i>	125
5.1	Conclusiones.....	126
5.2	Recomendaciones.....	127
	BIBLIOGRAFIA.....	130
	ANEXOS	133

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración N° 1. Ubicación de Coyusne.	7
Ilustración N° 2. Distribución de habitante de Coyusne.	61
Ilustración N° 3. Actividad económica y empleo en la comunidad.	62
Ilustración N° 4. Condiciones de las viviendas.	65
Ilustración N° 5. Población económicamente activa.	66
Ilustración N° 6. Ingresos por familia.	66
Ilustración N° 7. Acceso a saneamiento.	67
Ilustración N° 8. Estado del saneamiento.	67
Ilustración N° 9. Manejo de la basura	68
Ilustración N° 10. Ubicación del pozo nuevo.	76
Ilustración N° 11. Variación del consumo medio diario hasta el 2039.	81
Ilustración 12. Variación del consumo máximo horario hasta el 2039.	81
Ilustración N° 13. Pérdidas de carga por fricción en el pozo.	87
Ilustración N° 14. Simulación de red en EPANET.	94
Ilustración N° 15. Componentes de la red de distribución.	102

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 1.	21
Cuadro N° 2. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua 1A Y 1B	22
Cuadro N° 3. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 2	23
Cuadro N° 4. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua 2A Y 2B	23
Cuadro N° 5. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 3	24

Cuadro Nº 6. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 4	25
Cuadro Nº 7. Continuación Aguas Tipo 4	26
Cuadro Nº 8. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 5	26
Cuadro Nº 9. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 6	27
Cuadro Nº 10. Normas CAPRE para determinar la calidad de agua	27
Cuadro Nº 11. Parámetros organolépticos	29
Cuadro Nº 12. Parámetros Físicos - Químicos	29
Cuadro Nº 13. Parámetros para sustancias no deseadas	31
Cuadro Nº 14. Prueba de bombeo	31
Cuadro Nº 15. Prueba de bombeo (Nivel estático del agua).	34
Cuadro Nº 16. Coeficientes de rugosidad	48
Cuadro Nº 17. Diámetros de columna de bombeo y caudal de bombeo	51
Cuadro Nº 18. Valores medios de accesorios	55
Cuadro Nº 19. Derrotero de poligonal pozo	71
Cuadro Nº 20. Coordenadas del pozo	72
Cuadro Nº 21. Derrotero de poligonal tanque	72
Cuadro Nº 22. Cuadro derrotero para tubería de conducción	72
Cuadro Nº 23. Accesorios de la línea de conducción	73
Cuadro Nº 24. Estudio de agua	74
Cuadro Nº 25. Censos poblacionales.	77
Cuadro Nº 26. Tasa de crecimiento útil calculada	78
Cuadro Nº 27. Demandas y caudales de diseño	80
Cuadro Nº 28. Proyección de población y cálculo del caudal de diseño	81
Cuadro Nº 29. Datos generales del sistema de agua potable	85
Cuadro Nº 30. Velocidades en las tuberías del sistema	86
Cuadro Nº 31. Datos generales del bombeo en el pozo	86
Cuadro Nº 32. Pérdidas menores en el pozo	86
Cuadro Nº 33. Pérdidas de carga por fricción en el pozo	87
Cuadro Nº 34. Datos de la sarta	87
Cuadro Nº 35. Pérdidas menores en la sarta	88
Cuadro Nº 36. Pérdidas por fricción en la sarta	88

Cuadro N° 37. Datos generales de la tubería de conducción.....	89
Cuadro N° 38. Pérdidas menores en la tubería de conducción.....	89
Cuadro N° 39. Pérdidas de carga por fricción en la tubería de conducción.....	89
Cuadro N° 40. Datos de entrada en el tanque.....	90
Cuadro N° 41. Pérdidas menores en el tanque.....	90
Cuadro N° 42. Pérdidas de carga por fricción en el tanque de almacenamiento	91
Cuadro N° 43. Presión de trabajo para tubería SDR.....	92
Cuadro N° 44. Requerimientos de la bomba.....	92
Cuadro N° 45. Requerimientos del motor.....	93
Cuadro N° 46. Resultados del análisis en los nodos de red de distribución.....	96
Cuadro N° 47. Resultados del análisis en los tuberías de red de distribución....	99
Cuadro N° 48. Componentes de la red de distribución.....	102
Cuadro N° 49. Datos generales del equipo de bombeo.....	107
Cuadro N° 50. Accesorios de la sarta de bombeo.....	109
Cuadro N° 51. Presupuesto.....	XIX

INDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1 Encuesta facilitada por el FISE.....	I
Anexo N° 2. Descripción del sitio.....	IV
Anexo N° 3. Fotografía de la entrada de la Comunidad Coyusne.....	V
Anexo N° 4. Foto de predio del pozo.....	V
Anexo N° 5 Foto del predio del tanque.....	V
Anexo N° 6 Tendido eléctrico a una distancia menor a 200 m.....	VI
Anexo N° 7. Fuentes de agua superficiales.....	VI
Anexo N° 8. Censo poblacional coyusne 2005.....	VII
Anexo N° 9. Tasa de crecimiento.....	VIII
Anexo N° 10. Proyección poblacional de coyusne.....	VIII
Anexo N° 11. Consumos.....	VIII
Anexo N° 12. Caudales de diseño.....	IX
Anexo N° 13. Información de la conducción.....	IX

Anexo N° 14. Información de columna de bombeo	X
Anexo N° 15. Información de sarta de bombeo	X
Anexo N° 16. Estimación de pérdidas por accesorios	X
Anexo N° 17. Perdidas en línea de conducción.....	XI
Anexo N° 18. Perdidas en entrada de tanque.	XI
Anexo N° 19. Pérdidas totales.....	XII
Anexo N° 20. Módulo de elasticidad de los materiales	XII
Anexo N° 21. Datos de conducción.	XII
Anexo N° 22. Calculo de celeridad.	XIII
Anexo N° 23. Datos en conducción.	XIII
Anexo N° 24. Presión máxima para elección de SDR de tubería	XIII
Anexo N° 25. Selección de diametro mas economico.	XIV
Anexo N° 26. Curva característica.....	XV
Anexo N° 27. Derrotero de la red de distribución	XVI
Anexo N° 28. Prueba de calidad de agua.....	XVIII
Anexo N° 29: Presupuesto.	XIX

I. GENERALIDADES

1.1 Introducción

El agua es el componente más importante existente en la tierra como se ha visto, desde los primeros asentamientos, el hombre ha intentado permanecer cerca del agua. Su existencia es condición indispensable para la vida y, por ello, no podía establecerse lejos de una fuente, un manantial, un lago, un arroyo o un río que satisficiera sus necesidades en este sentido. Esta verdad cobra una especial importancia en una región como la nuestra.

A medida que los primeros establecimientos crecieron en número; fue haciéndose necesario complementar lo aportado por la naturaleza con obras realizadas por el hombre. Surgieron así los primeros intentos de almacenar y conducir el agua a determinados asentamientos a través de incipientes redes de suministro.

En este documento se realizará el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Coyusne ubicada en el municipio de Teustepe departamento de Boaco; con el cual se pretende mejorar la calidad de vida de sus habitantes, reduciendo las carencias con las que viven; recorriendo largas distancias para poder llevar el agua hasta sus hogares y satisfacer todas sus necesidades cotidianas.

1.2 Antecedentes

La comunidad Coyusne pertenece al Municipio de Teustepe, Boaco. Ubicada a 30 km de Boaco y 13 km de Teustepe. Tiene aproximadamente una extensión de 2.92 km².

Tiene acceso en carretera Pavimentada, carretera Managua–Teustepe, y sobre

adoquinado de Teustepe hacia la Comunidad siendo de fácil acceso. Cuenta con servicio de energía eléctrica, acceso a telecomunicaciones red movistar, transporte público los siete días de la semana.

La comunidad no cuenta con un Sistema de Agua Potable para consumo humano y la población esta propensa a percibir enfermedades de origen hídrico. Existe un pozo perforado en el sector 1 que abastece al sector 1 y 2. Este vital líquido es trasladado del pozo a las viviendas por mujeres y niños en la mayoría de los casos; siendo utilizado para consumo, preparación de alimentos, aseo personal y para lavar ropa lo hacen en los ríos que se encuentran cerca de la comunidad. Son algunos pobladores del sector 3 que acarrear agua del pozo para consumo.

La economía y empleo de los miembros de las familias se basa en jornalero, seguido de la agricultura para autoconsumo. La ocupación que marca más alto para las mujeres es el de ama de casa y para los jóvenes es el de estudiantes.

También hay un alto índice de personas que emigran al país vecino del sur Costa Rica debido a la falta de empleo y las carencias que se tiene en la comunidad en busca de una vida para sus familias más prospera.

Los habitantes de la comunidad de Coyusne, demandan infraestructura adecuada para suministro de agua sanitariamente segura con cantidad y calidad suficiente de forma ininterrumpida. El 100% de los pobladores no tienen acceso a agua de buena calidad. No tienen asistencia de servicio básico de agua potable, sin embargo, posee suministro local de energía eléctrica.

Actualmente, en Coyusne, el acarreo y almacenamiento de agua de mala calidad, influyen en los hábitos de higiene y salubridad de las personas. Cada hogar acarrea diariamente entre 1 a 20 bidones de 5 litros de capacidad nominal. Esto representa un consumo promedio de 10 bidones (50 litros) diarios

por vivienda ocupada. Realizan esta labor mayoritariamente mujeres, el segundo lugar lo ocupan los niños. El agua es almacenada en recipientes con y sin tapadera, de diversos tipos y capacidades.

El agua de los estratos locales, para consumo presenta altos niveles de contaminación, sin ningún tipo de pretratamiento, (tratamiento básico y/o primario), esto evidencia elevados índices de enfermedades de origen hídrico, que provocan incluso la muerte, principalmente a los niños, grupo más vulnerable. Estas dolencias repercuten en la economía familiar y territorial, porque genera gastos medicinales, entre otros. Los consumidores, expresan que, el agua es de buena calidad, pero nunca han realizado análisis de calidad de las aguas que consumen.

La mayoría de las viviendas se abastecen de un pozo perforado ubicado en el sector 1; la utilizan para consumo humano y para las actividades domésticas acarrear agua de los ríos La chorrera y Malacatoya además de ir a lavar ropa en ellos.

La comunidad de Coyusne está ubicada a una distancia de 86 km de la capital Managua. 73 KM, sobre la vía principal pavimento, y 13 km en pavimento de adoquín. Limita al norte con San José de los remates; al sur con Teustepe; al este con la comunidad de la concha y al oeste con la comunidad el zapotal. La comunidad cuenta con calles internas en regular estado con dimensiones suficientes para realizar los trabajos lo que la convierte una comunidad muy accesible¹.

Entre pozos excavados a mano (PEM), pozos perforados (PP), mini acueductos por gravedad (MAG), mini acueductos por bombeo eléctrico (MABE) y captaciones de manantiales (CM). Se estima que en Nicaragua se contaba con 4886 de las obras antes mencionadas hasta 2002 y esta cifra aumento a 5258

¹ Informe de factibilidad realizado por el consultor Ing. Geovanny Miranda Tablada.

para 2005. En estas fechas el fondo de inversión social de emergencia (FISE) incluyó entre sus acciones el agua potable rural, lo que aumentó la cantidad de acueductos rurales, además ENACAL mantuvo durante este periodo la construcción de algunos acueductos programados con fondos ya obtenidos. Sin embargo, es difícil estimar la cantidad de acueductos a la fecha².

1.3 Justificación

El agua es el principal recurso para la sobrevivencia humana junto al oxígeno. En cualquier lugar donde exista una población que demande el vital líquido debe haber un plan de intervención para garantizar un consumo óptimo, eficiente, seguro, adecuado y sostenible. Basta este simple razonamiento para que las autoridades locales e instituciones afines, así como agencias de cooperación e identidades sin fines de lucros, agudicen su mirada hacia la ejecución de planes para cumplir este derecho humano.

Al no tener el servicio la población de esta comunidad, principalmente las mujeres y niños cumplen con la labor de acarrear agua para su consumo desde largas distancias desde arroyos y pozos artesanales que podrían estar contaminados atentando contra su salud.

Con este estudio se ayudara a solucionar el problema de las enfermedades causadas por la ingesta de agua contaminada o sin tratamiento alguno, según estudios presentados por el Fondo para la Infancia de las Naciones Unidas (UNICEF) señalan que la prevalencia nacional de los puntos de abastecimiento de agua que son contaminados naturalmente por Arsénico es de 5.7%, existen alrededor de 278 sistemas de agua que están contaminados, los lugares donde encontraron pozos de agua potable con minerales tóxicos son en la parte central del país, en el llamado “corredor seco”, que parte de Las Segovias, fronterizo con Honduras, hasta las provincias de Boaco y Chontales, las probabilidades de

² ABC Sobre el recurso de agua y su situación en Nicaragua, 2006.

padecer de cáncer son más de 100 veces mayores al consumir arsénico que a las que resultan de ingerir cualquier otro contaminante del agua.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable para en la comunidad de Coyusne, municipio de Teustepe, Boaco.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar un estudio socioeconómico para conocer las características de la población.
2. Efectuar un levantamiento topográfico del terreno donde se propone hacer el proyecto.
3. Ejecutar un estudio de calidad de agua de la fuente propuesta para el proyecto.
4. Diseñar los elementos con los que contara el sistema de abastecimiento de agua potable.
5. Elaborar el presupuesto del proyecto.

II. MARCO TEORICO

2.1 Descripción del sitio

2.2 Macro localización

Ilustración N° 1. Macro y Micro localización.



**Departamento
de Boaco**

2.3 Micro localización



**Municipio de
Teustepe.**



**Comunidad de
Coyusne.**

2.4 Descripción general del municipio

Según la ficha del municipio, fue elevada a ciudad en el año 1970, con una extensión territorial 645.73 km² y una distancia a la capital 72 km. Tiene por coordenadas 12° 25' de latitud norte y 85°48' longitud oeste con una altura aproximada 145.36 m.s.n.m.

El municipio de Teustepe posee una de población 24699 habitantes y una densidad poblacional 38 habitantes por km².

Tiene como principales actividades: ganadería, agricultura.

2.5 Limites

Norte: Municipio de San José de los remates y Ciudad Darío, (Dpto. De Matagalpa)

Sur: Con municipios de Granada y Tipitapa (Dpto. De Managua)

Este: Municipio de San Lorenzo.

Oeste: Municipio de Tipitapa (Dpto. De Managua)

2.6 Clima y precipitación

El municipio de Teustepe se caracteriza por presentar un relieve variado, desde planicies hasta serranías escarpadas.

El Municipio de Teustepe se ubica en la zona climática clasificada como Tropical de Sabana. La temperatura oscila entre 26 y 27 grados Celsius con una precipitación promedio anual de 1000 – 1200 mm; Caracterizándose por una buena distribución todo el año.

2.7 Descripción de la comunidad

Límites de la comunidad de Coyusne.

Al norte: Limita con el municipio de San José de los remates.

Al Este: Con la comunidad de la Concha.

Al oeste: Con la comunidad de El Zapote.

Al sur: Limita con la Ciudad de Teustepe.

2.8 Diagnóstico

Según, Romero, P. (s.f.)⁷ “Implica tanto un proceso de recolección y análisis de información secundaria, así como primaria. La secundaria provendrá de documentos de análisis existente sobre el contexto nacional y específicamente sobre el ámbito territorial donde se pretende llevar adelante uno o varios proyectos de desarrollo.”³

En el proceso investigativo hay un aspecto de vital importancia y es la recopilación de información. Es preciso que para tal efecto la información recopilada provenga de fuentes confiables y sea de total veracidad.

Un trabajo de esta índole no debe delegarse como cualquier otra tarea, ya que los diversos datos obtenidos durante esta actividad conllevaran a buen término la realización y credibilidad de esta investigación. Bernal, C. (2006).

³ Romero, P. (s.f Curso.). formulación-gestión proyectos. Recuperado el 12 de diciembre de 2009, de <http://www.mailxmail.com/curso-formulacion-gestion-proyectos-desarrollo/diagnostico-situación>.

2.8.1 Recolección de información para el diagnóstico

En este sentido, se deberá construir una imagen clara del contexto territorial recopilando información secundaria de carácter global que servirá también para tomar decisiones en otras fases del ciclo del proyecto. Es evidente que el diagnóstico y la recopilación de información se realizan considerando un ámbito territorial delimitado, sin embargo, se deberán considerar los datos y la información que existen más allá de los límites territoriales especificados y que tienen relación con nuestra área delimitada, por ejemplo, información de la normativa nacional que afecta a lo local.

2.8.2 Pasos para realizar un diagnóstico

1. Observación.
2. Descripción (es necesario un lenguaje).
3. Clasificación.
4. Agrupación.
5. Identificación de relaciones significativas.
6. Observación crítica de los atributos (características).
7. Selección de unas prioridades.
8. Desarrollo de un criterio.
9. Desarrollo de una clasificación.
10. Diagnóstico.

2.8.3 Funciones del diagnóstico

Se puede decir que el diagnóstico presenta tres funciones en relación al campo

de actuación, con la metodología, y con la profesión.

2.8.4 Funciones del diagnóstico en relación con el campo de actuación

- Marca la dirección específica para la actuación.
- Delimita la actuación.
- Proporciona el objetivo.

2.8.5 Funciones del diagnóstico en relación con la metodología

- Acelera la comunicación.
- Es el instrumento de un método racional y lógico.
- Evita la repetición del trabajo.
- Funciones del diagnóstico en relación con la profesión
- Características a cada profesión.
- Proporciona orden y clasificación.
- Es una estructura que facilita la investigación.
- Supone una base común para la expansión de conocimientos.
- Promueve la estima profesional.

2.8.6 Herramientas de diagnósticos

Para el diagnóstico de este proyecto, se requerirá de instrumentos como encuestas, cuestionarios entre otros para determinar la situación económica y social, así como, cultural de la zona; elaborándose materiales y herramientas de diagnóstico de interés para el levantamiento de datos.

2.9 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por lo tanto, se debe proteger y debe cumplir dos propósitos importantes:

Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.

Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

La selección de la fuente de abastecimiento de agua, ya sea superficial, subterránea o de aguas de lluvias, debe cumplir requisitos mínimos de cantidad, calidad y localización.

2.9.1 Cantidad

En el caso de una fuente de abastecimiento no regulada, esta debe tener un caudal superior al caudal de diseño en cualquier época del año, de manera que se pueda garantizar un suministro continuo. Se debe, entonces, realizar estudios hidrológicos que permitan establecer las curvas de duración de caudales para corrientes superficiales, para la realización de mediciones directas en corrientes superficiales se utiliza cualquiera de los métodos que se ajusten a las características de la corriente: Medidor Parshall, vertederos, velocidad superficial, molinetes, estaciones de aforo, trazadores químicos, o pruebas de equilibrio para fuentes subterráneas.

2.9.2 Calidad

En la naturaleza, por lo general, no se encuentra agua con una calidad aceptable para el consumo humano y se hace necesario su tratamiento.

2.9.3 Localización

La fuente debe estar ubicada en un punto tal que su captación y conducción resulten técnica y económicamente factible. Adicionalmente, se debe tener en cuenta su localización y los dos factores anteriores.

2.9.4 Selección una fuente de abastecimiento

El acondicionamiento de agua para el consumo humano, implica el conocimiento de diversos parámetros para determinar la calidad de la fuente de ser apta para el consumo humano, de forma contraria, determinar el tipo de tratamiento al cual debe ser sometida el agua antes de ser distribuida a la población.

Es necesario conocer algunas características que pueden privar en ocasiones para su elección. Dentro de las cuales se mencionan: coliformes, oxígeno disuelto, saturación, pH, color, turbidez⁴.

Debido a las características que presente el agua, la fuente puede requerir como tratamiento:

- Únicamente desinfección
- Filtración y desinfección
- Tratamiento especial y desinfección

Estas consideraciones son de tipo general, y la selección de una u otra dependerá de factores económicos, tratamiento requerido, de la operación y mantenimiento y de la productividad de la fuente.

⁴ Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (INAA). (2001). Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua (NTON 09003-99). Managua, Nicaragua: Gobierno de la Republica de Nicaragua.

2.10 Estudio topográfico

El estudio topográfico es una de las partes esenciales en la realización de cualquier proyecto, por lo que en esta ocasión es necesario el conocimiento del relieve en la locación de estudio, pues de ello dependen ciertos criterios de diseño del SAAP. (B.E., 2001).

Se necesitan conocer las alturas de los nodos para la red de distribución, y la determinación de las alturas de pozo-bomba-tanque, por lo que es preciso saber si se puede diseñar el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable, por gravedad o por bombeo.

2.10.1 Datos topográficos

Plano topográfico con curvas de nivel a escala 1:5000, y equidistancia entre curvas de nivel a un metro.

Localización de la fuente de abastecimiento

Localización del sitio para el tanque de almacenamiento

Alturas sobre el nivel del mar (elevaciones)

Distancias

Pendientes

2.10.2 Levantamiento topográfico

Considerado para identificar y trazar la red de abastecimiento, involucrando la red de conducción de pozo a tanque de almacenamiento, así como, la red de distribución desde el tanque hacia las instalaciones domiciliarias. De esta forma, elegir el tipo de configuración que tendrán los acueductos, para ello, es necesario contar con información planimétrica y altimétrica, para realizar los

trazos de la red y determinar la ubicación de las estructuras e instalaciones necesarias.

2.11 Diseño del sistema de abastecimiento

2.11.1 Hidráulica del acueducto

El análisis hidráulico de la red y de la línea de conducción, permiten dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros es de gran importancia, debido a que, si son de gran tamaño, encarecen el sistema, provocarán sedimentación y problemas de depósito debido a las bajas velocidades. Pero, al ser reducido los diámetros, las altas velocidades de las tuberías podrían causar erosión a estas.

La línea de conducción es el conjunto de ductos y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente hacia la obra de almacenamiento.

Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día.

Se le deberá proveer de los accesorios y obras necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomando en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los columpios. El rango de velocidad permitido está entre 0.30 m/s a 3.0 m/s. Así mismo, deberán hacerse las consideraciones necesarias para prevenir las condiciones de golpe de ariete

Para el dimensionamiento de la tubería se aplicará la ecuación de Hazen-Williams ampliamente utilizada en la hidráulica. (Tirado, 2010)

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado

bruscamente.

El caso más importante de golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica.

En este caso debido a la inercia de las partes rotativas de los conjuntos elevadores, inmediatamente después de la falta de corriente, la velocidad de las bombas comienza a disminuir, reduciéndose rápidamente el caudal. La columna líquida continúa subiendo por la tubería de descarga, hasta el momento en que la inercia es vencida por la acción de la gravedad. Durante este período se verifica una descompresión en el interior de la tubería.

En seguida, ocurre la inversión en el sentido del flujo y la columna líquida vuelve a las bombas. No existiendo válvulas de retención, las bombas comenzarían, entonces, a funcionar como turbinas, girando en sentido contrario. Con excepción de los casos en que la altura de elevación es pequeña, con descarga libre, en las líneas de bombeo son instaladas válvulas de retención o válvulas check, con el objeto de evitar el retorno del líquido a través de las bombas.

La corriente líquida, al retornar a la bomba, encontrando la válvula de retención cerrada, ocasiona el choque y la compresión del fluido, lo cual da origen a una onda de sobrepresión (Golpe de Ariete).

2.11.2 Conceptos y definiciones

Agua potable: Se denomina agua potable o agua para consumo humano, al agua que puede ser consumida sin restricción debido a que, gracias a un proceso de purificación, no representa un riesgo para la salud. El término se aplica al agua que cumple con las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales.

Calidad de agua: Los límites tolerables de las diversas sustancias contenidas en el agua son normadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), la Organización Panamericana de la Salud (O.P.S.), y por los gobiernos nacionales, pudiendo variar ligeramente de uno a otro.

Coliformes: La denominación genérica coliformes designa a un grupo de especies bacterianas que tienen ciertas características bioquímicas en común e importancia relevante como indicadores de contaminación del agua.

2.12 Análisis físicos, químicos, bacteriológicos.

2.12.1 Examen físico color

El color de las aguas naturales se debe a la presencia de sustancias orgánicas disueltas o coloidales, de origen vegetal y, a veces, sustancias minerales (sales de hierro, manganeso, etc.). Como el color se aprecia sobre agua filtrada, el dato analítico no corresponde a la coloración comunicada por cierta materia en suspensión.

El color de las aguas se determina por comparación con una escala de patrones preparada con una solución de cloruro de platino y cloruro de cobalto. El número que expresa el color del agua es igual al número de miligramos de platino que contiene un litro patrón, cuyo color es igual al del agua examinada. Se acepta como mínimo 0,2 y como máximo 12 mg de platino por litro de agua.

2.12.2 Olor

Está dado por diversas causas. Sin embargo, los casos más frecuentes son:

- Debido al desarrollo de microorganismos.
- Descomposición de restos vegetales.

- Olor debido a contaminación con líquidos cloacales industriales.
- Olor debido a la formación de compuestos resultantes del tratamiento químico del agua.

Las aguas destinadas al consumo humano no deben tener olor perceptible.

2.12.3 Sabor

Está dado por sales disueltas en ella. Los sulfatos de hierro y manganeso dan sabor amargo. Estos en las calificaciones del agua desempeñan un papel importante, pudiendo ser agradable u objetable.

2.12.4 Temperatura

La medida debe hacerse “in situ”. En una zona representativa de la masa de agua que se va a analizar. Se suele medir en zonas de corriente (no en aguas estancadas).

La temperatura influye en la solubilidad de sales y gases y así condiciona la medida de pH⁵ y conductividad⁶

La solubilidad de sales suele aumentar con la temperatura y la de los gases disminuye cuando la temperatura aumenta.

La temperatura condiciona también el desarrollo de ciertas algas. El agua de consumo humano se recomienda entre 12°C-25°C aunque no existen límites de temperatura.

⁵Potencial de hidrogeno (nivel de acides o alcalinidad).

⁶ Valor utilizado para determinar el contenido de sales disueltas en el agua.

2.12.5 Turbiedad

Es la falta de transparencia de un líquido debida a la presencia de partículas en suspensión. Cuantos más sólidos en suspensión haya en el agua, más sucia parecerá esta y más alta será la turbidez. Cuanto más turbia, menor será su calidad.

Las partículas en suspensión absorben calor de la luz del sol, haciendo que las aguas turbias se vuelvan más calientes, y reduciendo así, la concentración de oxígeno en el agua.

2.12.6 Análisis químico

Hay que realizar estudios para averiguar la composición mineral del agua y su posibilidad de empleo para la bebida, los usos domésticos o industriales. Y determinar si hay indicios sobre la contaminación por el contenido de cuerpos incompatibles con su origen geológico.

2.12.7 Análisis bacteriológico

Para establecer la calidad higiénica de las aguas, se investigan la cantidad de bacterias y coliformes fecales, como indicadores de contaminación. Si el agua contiene bacterias, se le considera potencialmente peligrosa, pues en cualquier momento puede llegar a vehiculizar bacterias patógenas, provenientes de portadores sanos, individuos enfermos o animales.

2.12.8 Clasificación de los recursos de acuerdo a sus usos

Las normativas (NTON 05 007-98)⁷, establecen los parámetros para determinar

⁷Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos.

los niveles de calidad exigibles de los cuerpos de agua (lagos, lagunas, lagos artificiales, manantiales, ríos, aguas subterráneas, estuarios y mares), de acuerdo con los usos a los cuales se destinen.

Con el objeto de determinar la capacidad y condiciones del aprovechamiento de los recursos hidráulicos y los niveles de calidad de vertimientos tolerables para cada cuerpo de agua, se establecen seis tipos de cuerpos de agua.

Tipo 1: Aguas destinadas al uso doméstico y al uso industrial que requiera de agua potable, siempre que esta forme parte de un producto o subproducto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él. Las aguas de este tipo se desagregan en dos categorías:

Categoría 1-A: Aguas que desde el punto de vista sanitario pueden ser acondicionadas con la sola adición de desinfectantes.

Categoría 1-B: Aguas que pueden ser acondicionadas por medio de tratamientos convencionales de coagulación, floculación, sedimentación, filtración y/o cloración.

Tipo 2: Aguas destinadas a usos agropecuarios. Estas se desagregan en dos categorías:

Categoría 2-A: Aguas para riego de vegetales destinados al consumo humano;

Categoría 2-B: Aguas destinadas para riego de cualquier otro tipo de cultivo y uso pecuario.

2.12.9 Proceso de clasificación de los cuerpos de agua

A los efectos de la clasificación determinada en el artículo anterior, se establecen los siguientes niveles mínimos de calidad exigibles, de acuerdo a la

categoría de uso a que se destinen:

Cuadro N° 1. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 1.

Aguas Tipo 1		
Parámetro	Límite o rango máximo	
	Categoría 1 ^a	Categoría 1B
Oxígeno Disuelto	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0mg/l (*)
Demanda de oxígeno (DBO5, 20)	2.0 mg/l	5.0mg/l
pH	min.6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	mín.0.7 y máx.- 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio Total	0.001 mg/l	0.01 mg/l
Plomo Total	0.01 mg/l	0.05 mg/l
Sólidos Totales	1000 mg/l	1500 mg/l
Sulfatos	250 mg/l	400 mg/l
Zinc	3 mg/l	5mg/l
Cloruros	250 mg/l	600 mg/l
Organismos Colif.	Totales (**)	(***)

Fuente: (INAA, 1998).

Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98)

- También puede ser como porcentaje de saturación y debe ser mayor de

50% Promedio mensual menor de 2000 NMP por cada 100ml.

- Promedio mensual menor de 10000 NMP por cada 100 ml.

Cuadro N° 2. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua 1A Y 1B

Categorías 1A Y 1B (Continuación)	
Parámetro	Límite o rango máximo
Cianuro total	0.1mg/l
Cobre total	2.0 mg/l
Cromo total	0.05 mg/l
Detergentes	1.0 mg/l
Dispersantes	1.0 mg/l
Dureza como CaCO ₃	400 mg/l
Extracto de Carbono al Cloroformo	0.15 mg/l
Fenoles	0.002 mg/l
Manganeso total	0.5 mg/l
Nitritos + Nitratos (N)	10.0 mg/l
Plata total	0.05 mg/l
Selenio	0.01 mg/l
Sodio	200 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l
Organoclorados	0.2 mg/l
Actividad a	Máx. 0.1 bequerelio por litro (Bq/l)
Actividad B	MÁx 1.0 bequerelio por litro (Bq/l)

Fuente: (INAA, 1998). Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98).

Cuadro N° 3. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 2

Aguas Tipo 2		
Parámetro	Limite o rango máximo	
	2 A	2 B
Organismos colif. Totales	(.)	(..)
Organismos colif. Totales	(+)	(++)

Fuente: (INAA, 1998).

Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98).

Cuadro N° 4. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua 2A Y 2B

Categorías 2A Y 2B (Continuación)	
Parámetro	Límite o rango máximo
Aluminio	1.0 mg/l
Arsénico total	0.05 mg/l
Boro	1.0 mg/l
Cadmio	0.75 mg/l
Cianuro	0.005 mg/l
Cobre	0.2 mg/l
Cromo total	0.2 mg/l
Hierro total	0.05 mg/l
Litio	1.0 mg/l
Manganeso total	5.0 mg/l
Mercurio	0.5 mg/l
Molibdeno	0.01 mg/l
Níquel	0.005 mg/l
Plata	0.05 mg/l
Plomo	0.05 mg/l

Categorías 2A Y 2B (Continuación)	
Selenio	0.01 mg/l
Sodio	200 mg/l
Sólidos disueltos totales	3000 mg/l
Sólidos flotantes	Ausentes
Vanadio	10.0 mg/l
Zinc	5.0 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l
Organoclorados	0.2 mg/l
Actividad a	máx 0.1 bequerelio por litro (bq/l)
Actividad B	máx 1.0 bequerelio por litro (bq/l)

Promedio mensual menor de 1000 NMP por cada 100 ml. (..) Promedio mensual menor de 5000 NMP por cada 100 ml.

(+) Promedio mensual menor de 100 NMP por cada 100 ml. (++) Promedio mensual menor de 1000 NMP por cada 100 ml.

Fuente: (INAA, 1998).

Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98).

Cuadro N° 5. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 3

Aguas Tipo 3	
Parámetro	Límite o rango máximo
Oxígeno disuelto (OD)	>5.0 mg/l (*)
pH	mín 6.5 y máx 8.5
Aceites minerales	0.3 mg/l
Detergentes no biodegradables	< 1 mg/l
Detergentes biodegradables	< 0.2 mg/l

Aguas Tipo 3	
Residuos de petróleo, sólido sedimentables y flotantes	Ausentes
Metales y otras sustancias tóxicas	No detectables (**)
Fenoles y sus derivados	0.002 V
Organofosforados y Carbamatos	0.1 V
Organoclorados	0.2 mg/l
Organismos colif. Totales	(***)l
Actividad a	máx 0.1 bequerelio por litro (bq/l)
Actividad B	máx 1.0 bequerelio por litro (bq/l)

Fuente: (INAA, 1998).

Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98).

Las muestras a captar para la realización de los análisis deberán ser representativas de la calidad del cuerpo de agua que será aprovechada, tomando en consideración las fuentes de contaminación que pudieran afectar a la zona bajo estudio.

Cuadro N° 6. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 4

Aguas Tipo 4	
Parámetro	Límite o rango máximo
Oxígeno disuelto (OD)	>5.0 mg/l (*)
pH	Mín. 6.5 y máx. 8.5
Aceites minerales	0.3 mg/l
Detergentes	<1mg/l
Sólidos disueltos	Desviación menor de 33% de la condición natural

Fuente: (INAA, 1998).

Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98).

(*) También puede ser expresado como porcentaje de saturación y debe ser mayor de 60%.

(**) Según los métodos por el INAA (se recomienda aplicar bioensayos de toxicidad).

(***) a) Promedio mensual menor de 70 NMP por cada 100 ml.

Cuadro N° 7. Continuación Aguas Tipo 4

Aguas Tipo 4 (Continuación)	
Parámetro	Límite o rango máximo
Residuos de petróleo, sólidos sedimentables y flotantes	Ausentes
Metales y otras sustancias tóxicas	No detectables (**)
Fenoles y sus derivados	0.002 mg/l
Organofosforados y Carbonatos	0.1 mg/l
Organoclorados	0.2 mg/l
Actividad a	máx 0.1 bequerelio por litro (bq/l)
Actividad B	máx 1.0 bequerelio por litro (bq/l)

Fuente: (INAA, 998).

Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98).

Moluscos infectados con S. Manzoni: Ausentes

(**) Según los métodos aprobados por el INAA (se recomienda aplicar bioensayos de toxicidad)

Cuadro N° 8. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 5

Aguas Tipo 5	
Parámetro	Límite o rango máximo

Aguas Tipo 5	
Fenoles y sus derivados	0.002 mg/l
Aceites y espumas	Ausentes
Sustancias que originen sedimentación de sólidos y formación.	Ausentes

Fuente: Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, (INAA). (1998). Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98).

Cuadro N° 9. Proceso de clasificación de los cuerpos de agua Tipo 6

Aguas Tipo 6	
Parámetro	Límite o rango máximo
Oxígeno disuelto (OD)	>3.0 mg/l

Fuente: Instituto Nicaragüense de acueductos y alcantarillados, (INAA). (1998). Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos (NTON 05 007-98)

Cuadro N° 10. Normas CAPRE para determinar la calidad de agua

Origen	Parámetro (b)	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Observaciones
(a) Todo tipo de agua de bebida.	Coliforme fecal	Neg	Neg	

Origen	Parámetro (b)	Valor recomendado	Valor máximo admisible	Observaciones
(b) Agua que entra al sistema de distribución.	Coliforme fecal	Neg	Neg	
	Coliforme fecal	Neg	≤ 4	En muestras consecutivas.
(c) Agua en sistema de distribución.	Coliforme fecal	Neg	≤ 4	En muestras puntuales. No debe de ser detectado en el 95% de las muestras anuales (c).
	Coliforme fecal	Neg	Neg	

Fuente: Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

(a) NMP/100 ml, en caso de análisis por tubos múltiples o colonias/100 ml en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la E. Coli, definida en el artículo 4. La bacteria Coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.

(b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de

coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de coliformes fecal. Si el re muestreo da resultados negativos, no se toma en consideración la muestra positiva, para la valoración de calidad anual. Si el re muestreo da positivo se intensifica las actividades del programa de vigilancia sanitaria que se establezca en cada país. Las muestras adicionales, recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no deben ser consideradas para la valoración anual de calidad.

(c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras, al año, el porcentaje de negatividad debe ser $\geq 90\%$.

Cuadro N° 11. Parámetros organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Color verdadero	mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25°C
Sabor	Factor dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25°C

Fuente: Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

Cuadro N° 12. Parámetros Físicos - Químicos

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Concentración de iones de hidrogeno	Valor pH	6.5 a 8.5 (a)	

Parámetro	Unidad	Valor recomendado	Valor máximo admisible
Cloro residual	mg/L	5 a 10 (b)	(c)
Cloruros	mg/L	25	250
Conductividad	μS/cm	400	
Dureza	mg/L CaCo3	400	
Sulfatos	mg/L	25	250
Aluminio	mg/L		0.2
Calcio	mg/L CaCo3	100	
Cobre	mg/L	1.0	2.0
Magnesio	mg/L CaCo3	30	50
Sodio	mg/L	25	200
Potasio	mg/L		10
Solidos Disueltos Totales	mg/L		1000
Zinc	mg/L		3.0

Fuente: Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

- (a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.
- (b) Cloro residual libre.
- (c) 5 mg/L en base a evidencias científicas, las cuales han demostrado que este valor "residual" no afecta la salud. Por otro lado, cada país deber tomar en cuenta los aspectos económicos y organolépticos en la interpretación de este valor.

Cuadro N° 13. Parámetros para sustancias no deseadas

Sulfuro Hidrógeno	mg/l	0.05	.
-------------------	------	------	---

Fuente: Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana.

(1) Nitritos: Valor máximo admisible 0.1 ó 3.0. (2) 1.5 ms/lT=8 – 12°C
0.7 mg/L T= 25 – 30°C

2.12.10 Proceso de caracterización del cuerpo de agua

Cuadros de resultados de los análisis realizados a la fuente de agua que abastecerá el sistema.

Cuadro N° 14. Prueba de bombeo

Hora	Tiempo de bombeo (Minutos)	Q GPM Lectura de medición (M) NDA	Q 10-15-10 GPM Descenso de abatimiento (M)	Caudal En Gln/M	Observaciones
1:00 PM	NEA	4.7	0	10	INICIO DE PRUEBA
	1	5.5	0.8		
	2	6	0.5		
	3	6.5	0.5		
	4	7.5	1		
	5	8.5	1		
	10	9.5	1		
	15	10.25	0.75		
	20	10.75	0.5		

Hora	Tiempo de bombeo (Minutos)	Q GPM Lectura de medición (M) NDA	Q 10-15-10 GPM Descenso de abatimiento (M)	Caudal En Gln/M	Observaciones
	25	11.1	0.35		Regulado el caudal en 10 gpm
	30	11.48	0.38		
	35	11.6	0.12		
	40	11.08	0.2		
	45	11.9	0.1		
	50	12	0.1		
	55	12.1	0.1		
2:00 PM	60	12.15	0.05		
	65	12.2	0.05		
	70	12.27	0.07		
	75	12.3	0.03		
	80	12.33	0.03		
	85	12.38	0.05		
	90	12.41	0.03		
	95	12.42	0.01		
	100	12.46	0.04		
	105	12.48	0.02		
	110	12.49	0.01		
	115	12.5	0.01		
3:00 PM	120	12.51	0.01		
	125	12.52	0.01		
	130	12.52	0		
	135	12.53	0.01		

Hora	Tiempo de bombeo (Minutos)	Q GPM Lectura de medición (M) NDA	Q 10-15-10 GPM Descenso de abatimiento (M)	Caudal En Gln/M	Observaciones
	140	12.53	0		
	145	12.53	0		
	150	12.53	0		1500
	155	12.75	0.22	15	Regulado el caudal a 15 gpm
	160	12.83	0.08		
	165	12.85	0.02		
	170	14	1.15		
	175	18	4		
4:00 PM	180	24.65	6.65	15	El pozo a achicdo con 15 gpm, agua turbia y arenisca
	185	14.3	-10.35		1er recuperación
	190	11.72	-2.57		450.0
	195	10.55	-1.18	10	Regulado el caudal a 10 gpm
	200	11.84	1.29		Agua turbia con arenisca
	205	12.64	0.8		
	210	15.95	3.31		
	215	17	1.05		
	220	18	1		
	225	19	1		
	230	20	1		

Hora	Tiempo de bombeo (Minutos)	Q GPM Lectura de medición (M) NDA	Q 10-15-10 GPM Descenso de abatimiento (M)	Caudal En Gln/M	Observaciones
	235	21	1		54.432
	240	22	1		
	245	22.5	0.5		550
	250	23	0.5		Se suspendió el aforo falta de agua

Fuente: servicios hidroeléctricos Luis Felipe castillo. (2017).

Cuadro N° 15. Prueba de bombeo (Nivel estático del agua).

CE: Capacidad específica, la cual se obtiene al dividir el caudal/abatimiento. Por lo tanto, su unidad de medida será en gpm/pulg.

Tiempo		Duración	Nivel estático
H.I	H.F	Minutos	Pies
1:00	4:00	250	14.10

Fuente: servicios hidroeléctricos Luis Felipe Castillo (2017).

2.13 Parámetros consideraremos para la estructura de costos

2.13.1 Costo directo

Se calculará para cada concepto de obra, y se dividirá entre las respectivas cantidades de obra estimadas con su unidad de medida para obtener el Costo Unitario Directo para cada concepto. Los recursos o componentes de cada Costo Unitario Directo podrán ser de cuatro tipos: maquinaria o equipos, mano

de obra, materiales y herramientas.

2.13.2 Costos indirectos

Serán los costos a los que se incurrirá de manera global para realizar la construcción, mantenimiento o reparación de un punto dañado de la red en un plazo establecido, sin que vayan a ser aplicados directamente en la realización de una actividad o un concepto de obra. Entre los costos indirectos tenemos los siguientes grupos:

2.13.3 Costos administrativos

Son los costos en que se incurre por mantener el personal administrativo de campo el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Salarios, prestaciones sociales, transporte, alimentación y dormida del personal de campo.
- Mobiliario y equipo de oficina.
- Formatos y papelería.
- Impresiones y fotocopias de informes y avalúos.

2.13.4 Costos de Utilidad

Son los costos previstos que un contratista espera obtener como ganancia por ejecutar la construcción, reparación o mantenimiento, de un “sitio crítico” de la red (terrestre o acuática) en la jurisdicción de una municipalidad en un plazo establecido. Este costo se presenta en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos y de administración central, con un rango entre el 3% y el 20% (no establecido)

2.13.5 Costos de operación

Son los costos en que se incurre permanentemente para operar el tiempo que dure el proyecto. Estos generalmente son:

- Movilización y desmovilización
- Equipo liviano y herramientas
- Alquileres de bienes inmuebles
- Combustibles y lubricantes
- Señalamiento preventivo
- Seguridad, protección e higiene ocupacional
- Medidas de mitigación de impactos ambientales

2.13.6 Costos por servicios especializados

Son los costos en que se incurre por la contratación de servicios profesionales. Estos generalmente son:

- Laboratorio de materiales
- Informática de proyectos
- Mantenimiento preventivo especializado de equipos
- Supervisión de trabajos
- Asesoría Jurídica
- Asesoría técnica

2.13.7 Costos imprevistos

Son los costos en que se incurre por acontecimientos o circunstancias no previstas. Estos generalmente son:

- Errores de diseño
- Errores de presupuesto
- Ampliación injustificada de plazo
- Incremento de costos no reconocibles.

2.13.8 Costos de Administración Central

Son los costos previstos en que puede incurrir un contratista al atender y monitorear con su administración central la construcción, reparación o mantenimiento de un “sitio crítico” de la red en un plazo establecido.

2.13.9 Impuestos

Se presentan en forma de porcentaje de la sumatoria de los costos directos, indirectos, de administración central y de utilidad, siendo actualmente el 1% del impuesto municipal y el 15% del impuesto de valor agregado, que se aplica a la misma sumatoria anterior, pero agregándole el impuesto municipal.

2.13.10 Criterios considerados para la elaboración del presupuesto

2.13.10.1 Mano de obra

Algunos de los precios se tomaron de las normas establecidas por el FISE 2012. Y como en el presente año se realizó un reajuste al salario del 13 por ciento el sector construcción. Se les aumentó este porcentaje al salario. Otros, se calcularon como un porcentaje del precio de los materiales, 30 por ciento.

2.13.10.2 Transporte

El transporte colectivo del municipio, está clasificado de bueno y rápido, ya que

contamos con un número de 9 taxis privados que brindan servicio de la ciudad al Mercado Municipal y a la entrada principal de esta ciudad. Contamos con 4 unidades de transporte colectivo con ruta intramunicipal que viajan de Las Cañitas - Managua y viceversa, el Cacao de los Chavarrías - Managua y viceversa, San Jerónimo - Boaco y viceversa y 3 unidades que prestan servicio de la cabecera Municipal hacia Managua y Boaco, para un total de 7 unidades de transporte colectivo que prestan servicio.

2.13.10.3 Impuestos

- Costos indirectos de operación 15 por ciento del sub total de los costos directos.
- Impuestos sobre el valor agregado 15 por ciento del sub total de los costos directos.
- Impuesto municipal 1 por ciento del sub total de los costos directos.
- Imprevistos 10 por ciento del sub total de los costos directos.
- Gastos administrativos y utilidades 15 por ciento del sub total de los costos directos.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1 Materiales para procesar información

- MICROSOFT EXCEL: se procesará los resultados obtenidos de la encuesta que serán representados por medio de gráficos.
- CIVIL 3D: se procesará la información planimetría producto del levantamiento topográfico, en este programa se construirán los planos y perfiles longitudinales.
- EPANET: nos permite modelizar el caudal que circula por cada tubería la presión en cada nodo el nivel de agua en cada depósito y la concentración de los componentes químicos durante su permanencia en la red.

3.2 Encuesta socioeconómica

La encuesta a implementarse es un formato elaborado por el nuevo FISE, que tiene como objetivo principal recopilar información sobre la capacidad económica de la población, por medio de una serie de preguntas que incluye como principales tópicos, la condición de la vivienda, la situación económica de la familia y la situación del agua y saneamiento. Atendiendo a las recomendaciones del nuevo FISE, esta será aplicada indistintamente a todas las familias de la comunidad, una por familia, de ser posible el encuestado deberá ser la cabeza de familia, ver anexo (Encuesta socioeconómica).

3.3 Encuesta caracterización de la condición de servicio

Esta encuesta de elaboración propia, tiene como objetivo principal recabar información sobre la condición del servicio actual, el gasto del agua del pozo y

las expectativas de la población. Esta información será usada para analizar y establecer una dotación tal que satisfaga el gasto de agua de las familias, ver anexo. La aplicación de esta, se realizará de la misma manera que la encuesta socioeconómica.

La encuesta se implementará de forma personal dirigida a una persona responsable por vivienda, donde se permita conocer la condición referente a cada uno de ellos.

3.4 Levantamiento topográfico

Se realiza un recorrido de campo con el propósito de identificar los lugares de cobertura del proyecto en coordinación con líderes comunitarios y técnicos municipales.

El levantamiento topográfico se realiza con los equipos y herramientas siguientes: teodolito, GPS, plomo, cinta métrica, estadía, clavos, libreta de campo y brújula, con los cuales se obtiene la precisión adecuada y necesaria para el diseño del Mini acueducto por Bombeo Eléctrico. En cada estación se realizan las lecturas de distancia inclinada de la superficie del suelo, ángulo horizontal y ángulo vertical, que corresponden a cada uno de los instrumentos, las estaciones se realizan a distancias entre 20 – 100 metros aproximadamente, para poder lograr mayor precisión.

3.5 Realizar prueba de calidad de agua

La fuente de agua a utilizarse en el proyecto, se le deberá efectuar por lo menos un análisis físico, químico, de metales pesados cuando se amerite y bacteriológico antes de su aceptación como tal.

Con apoyo de ENACAL se realizara la prueba de calidad de agua a la fuente y se verificaran los resultados obtenidos de acuerdo a la normativa regional de calidad del agua CAPRE para determinar si es óptima para el consumo humano, la prueba consistirá en tomar una muestra de agua y se le realizara análisis correspondientes en los cuales se determinaran características físico químicas de la misma.

3.6 Proyección de población

3.6.1 Tasa de crecimiento

Instituto nacional de información y desarrollo (INIDE).

El cual maneja toda la información relacionada con las poblaciones del país. Allí se pueden encontrar los documentos de los últimos censos nacionales realizados en los años 1950, 1963 y 1995 además, puede facilitar las proyecciones de población de todas las localidades del país.

Información proveniente de Instituciones propias del lugar, tales como: Alcaldías, ENEL, ENACAL y el Programa de Erradicación de la Malaria del MINSA.

Las tasas de crecimiento a utilizar no deberán exceder el 4% y tendrá un mínimo de 2.5%; si esta entre este rango se utilizara la tasa de crecimiento calculada si esta no está entre el rango se utilizará el máximo o el mínimo permitido según sea el caso.

Ecuación:

$$Kg = \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{\left(\left(\frac{1}{t_2 - t_1} \right) - 1 \right)} \quad (\text{Ec.1})$$

Dónde:

p1: Población del año del primer censo

p2: Población del año del segundo censo

t1: Año del primer censo

t2: Año del segundo censo

3.6.2 Proyección de población

Es necesario determinar la demanda futura de la población para proveer en el diseño las exigencias de consumo, en las fuentes de abastecimiento, línea de conducción, red de distribución, equipo de bombeo, y futuras extensiones.

Para obtener la población de diseño del proyecto se utilizará el método de proyección geométrico

3.6.3 Método geométrico para proyección de población

$$P_{\text{proy}} = P_{\text{base}}(1 + K_g)^{(T_{\text{proy}} - T_{\text{base}})} \quad (\text{Ec.2})$$

Dónde:

P_{proy}: Población proyectada

P_{base}: Población base.

K_g: Tasa de crecimiento geométrica.

T_{proy}: Año de proyección.

Tbase: Año actual.

3.6.4 Periodo de Diseño

Es recomendable fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de determinar los periodos en que satisfagan las demandas futuras de la comunidad de Coyusne. También para determinar qué elementos del sistema de abastecimiento de agua potable deben diseñarse por etapas.

(INAA, 1998)

Cuadro N° 1. Periodos de diseño

Tipos de componentes	Periodos de diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones de manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanques de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: (INAA, 1998)

3.6.5 Estimación de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas en función o como factores de la demanda promedio diaria, y se usará de base para el dimensionamiento de la capacidad de línea de conducción y red de distribución.

3.6.6 Dotación

El consumo doméstico de agua según las NTON por habitante será de 50-60 LPD.

3.6.7 Pérdida de agua en el sistema

Para sistema de abastecimiento de agua potable se deberá de considerar el 20% de pérdidas de agua, el cual se calculó del Consumo Promedio Diario.

3.6.8 CPD: consumo promedio diario

Consumo promedio diario:

$$\text{CPD}) = \Sigma \text{CD} + \text{CP} + \text{PF} \quad (\text{Ec. 3})$$

Consumo máximo día:

$$(\text{CMD}) = 1.5 \text{ CPD} + \text{pérdidas} \quad (\text{Ec. 4})$$

Consumo máximo hora:

$$(\text{CMH}) = 2.5 \text{ CDP} + \text{pérdidas} \quad (\text{Ec. 5})$$

Dónde:

CD: consumo doméstico.

CP: consumo público.

PF: perdidas por fugas.

CPD: consumo promedio diario.

CMD: consumo máximo diario (caudal de diseño).

CMH: consumo máximo horario.

3.7 Línea de conducción

3.7.1 Caudal de bombeo

El caudal de bombeo será calculado con el CMD

Se calculó el caudal de bombeo con un régimen de bombeo de 16 h

$$Q_b = Q \frac{24}{16} \quad (\text{Ec. 6})$$

3.7.2 Diámetro económico

$$D = k * Q^{0.45} \quad (\text{Ec. 7})$$

con $K = 0.9$

3.7.3 Velocidad

$$V = \left(\frac{\frac{Q_b}{\pi D^2}}{4} \right) \quad (\text{Ec. 8})$$

3.7.4 Celeridad

$$C = \frac{9900}{\sqrt{43 + K * \frac{D}{e}}} \quad (\text{Ec. 9})$$

Dónde:

C: celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s)

D: diámetro de la tubería (m)

He: espesor de los tubos (m)

k: coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional)

E: módulo de elasticidad del material del tubo (adimensional)

3.7.5 Golpe de ariete

$$GA = \frac{C \times V}{g} \quad (\text{Ec. 10})$$

V: velocidad media del agua (m/s).

C: Celeridad (m/s)

g: aceleración de la gravedad (m/s²)

3.7.6 Módulo de elasticidad

$$\varepsilon = \frac{10^{10}}{E} \quad (\text{Ec. 11})$$

3.7.7 Pérdida de carga

$$H_f/L = S \frac{10.674 Q b^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}} \quad (\text{Ec. 12})$$

Dónde:

hf: pérdida de carga en metros

L: longitud en metros

S: pérdida de carga en m/m

Q: caudal de bombeo en m³/s

C: coeficiente de Hazen-Williams (este valor depende del tipo de tubería a utilizar) El coeficiente de rugosidad en la utilización de la ecuación de Hazen-Williams, se hará uso de la Cuadro 2.

Cuadro 16 N° 2. Coeficientes de rugosidad

Materiales del conducto	Coeficiente de rugosidad (c)
Tubo de hierro galvanizado (HG)	100
Tubo de hierro fundido (HF)	130
Tubo de cloruro de polivinilo (PVC)	150

Fuente: (INAA, 1998)

3.7.8 Presión total

La presión máxima ejercida en las paredes de la tubería está dada por la sumatoria de la carga estática y la sobrepresión ocasionada por golpe de ariete menos las pérdidas longitudinales máximas en la línea.

Presión total en la tubería:

$$\text{Presión total} = \Delta \text{Elevación} + G. A \quad (\text{Ec. 13})$$

$$\text{CTD} = (\text{Nivel de rebose} - \text{nivel de terreno del tanque}) + \text{Nivel de bombeo} + \text{Pérdidas en la columna de bombeo} + \text{Pérdidas en la descarga.} \quad (\text{Ec. 14})$$

3.7.9 Potencia de bomba

Para determinar la potencia hidráulica de la bomba se usará la fórmula siguiente:

$$PB = \frac{Qb * CTD}{75 * Eff} \quad (Ec. 15)$$

Donde:

PB: Potencia de la bomba (HP)

Qb: Caudal de bombeo (l/s)

CTD: Carga total dinámica (m)

3.7.10 Potencia del motor

Para determinar la potencia hidráulica de la bomba se usará la fórmula siguiente:

$$PM = \frac{PB}{Eff \text{ motor}} \quad (Ec. 16)$$

Donde:

PB: Potencia de la bomba (HP)

Eff motor: Eficiencia del motor (l/s)

3.8 Parámetros

3.8.1 Parámetros Característicos de la Bomba

Carga Total Dinámica (CTD): Es la carga total contra la cual debe operar una

bomba. La energía por unidad de peso de líquido que debe suministrarle la bomba al mismo para que pueda realizar el trabajo que pretende.

3.8.2 Energía

De acuerdo a la capacidad de los motores eléctricos se recomienda los tipos de energía siguiente:

- Para motores de 3 a 5 HP emplear 1/60/110, energía monofásica.
- Para motores mayores de 5 HP y menores de 50HP se usará
- 3/60/220 y mayores de 50 HP se empleará 3/60/440, energía trifásica.

La tubería de descarga deberá ser seleccionada para resistir las presiones altas y deberá ser protegida contra el golpe de ariete instalando válvulas aliviadoras de presión en las vecindades de la descarga de la bomba.

La presión total en la tubería será la suma de la carga estática sumada a la sobrepresión por Ariete Hidráulico.

3.8.3 Nivel de bombeo

De acuerdo a las pruebas de bombeo efectuadas al pozo, variaciones estacionales o niveles naturales del agua subterránea en las estaciones seca y lluviosa.

El diámetro de la columna de bombeo dentro del pozo acoplada a la bomba, será diseñada para una pérdida de fricción no mayor del 5% de su longitud, por lo cual se selecciona el diámetro para columnas de bombeo en relación al caudal, en el cuadro siguiente se reflejan estos valores.

Cuadro N° 17. Diámetros de columna de bombeo y caudal de bombeo

DIAMETRO DE COLUMNA DE BOMBEO		CAUDAL DE BOMBEO	
Pulg	Mm	Gpm	Lps
3	75	50	3.15
4	100	100	6.3
6	150	600	37.8

Fuente: Normas de diseño de sistema de abastecimiento de agua potable para zonas rurales

3.8.4 Datos para calcular la CTD

1. Nivel del terreno del pozo (msnm)
2. Nivel del terreno más nivel de rebose del tanque (msnm)
3. Diferencia de elevación: Diferencia de elevación en metros entre 1 y 2.
4. Nivel de bombeo: $\Sigma a, b$ (m)
 - a. Nivel estático del agua (NEA)
 - b. Rebajamiento por bombeo
5. Pérdidas en el sistema (m)
 - a) Pérdidas por columna de bombeo
 - b) Pérdidas en la descarga
 - c) Perdidas en la sarta de bombeo

3.8.5 Nivel estático del agua

Es la profundidad del agua subterránea referida al nivel del terreno. Este componente puede obtenerse mediante medidas hechas en los pozos cercanos

al sitio donde se propone construir el pozo. También pueden conseguirse mapas hidrogeológicos que muestran la profundidad del agua previamente elaborados.

3.8.6 Sumergencia de la bomba

En la práctica la Sumergencia de la bomba se será 20 pies o 6 m. Las válvulas son componentes importantes de un sistema de agua potable. Existe una variedad de válvulas que se colocan en la línea de conducción, cada una tiene una función específica.⁸

3.9 Funciones de algunos accesorios

3.9.1 Válvula de compuerta

Diseñada para permitir el flujo de gas o líquido en línea recta con una caída de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierta o totalmente cerrada. No son adecuadas para estrangulación dejando las válvulas parcialmente abiertas, causa erosión y daña el disco.

3.9.2 Válvula de globo

El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular un fluido, desde el goteo hasta el sello completo y opera eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

3.9.3 Válvula de limpieza

Son dispositivos que sirven para extraer los sedimentos que se depositan en las

⁸Agua Potable para zonas Rurales, Bombas Manuales

partes bajas de las tuberías. En general, la ubicación se realiza en el lugar indicado conforme a los planos y consiste en colocar una tee en línea, a la cual se conecta lateralmente un niple hasta el punto adecuado del desfogue.

Para los casos de las válvulas de expulsión de aire y válvulas de limpieza, estas pueden ser reemplazadas por mecanismos contruidos de manera artesanal, lo cual consiste en colocar un niple de hierro galvanizado en lugar de las válvulas y en cuyo extremo se coloca un tapón hembra de HG que a su vez estas pueden ser operadas manualmente.⁹

3.9.4 Válvulas de admisión y expulsión de aire

Se utiliza para expulsar el aire que pueda haber entrado en la tubería de impulsión mezclado con el agua o que esté presente en esta antes de comenzar su funcionamiento. Igualmente, para admitir aire en la tubería y romper así el vacío que pueda producirse dentro de esta e Impedir la falla por aplastamiento al producirse el cierre de las válvulas de compuerta.

3.9.5 Válvulas de retención o de cheque

Su disposición tiene como objetivo, en la línea de impulsión, impedir que la inversión de la corriente de agua ocasione la rotación inversa del conjunto para preservar el motor de la bomba e impedir el vaciado de la línea de impulsión y posibles inundaciones de la casa de bombas.

En la sarta de bombeo se debe de colocar después del equipo de bombeo y antes de la válvula de cierre y en posición horizontal, una de las razones para esto radica en las labores frecuentes de sostenimiento que esta válvula exige y en caso de una instalación invertida se haría necesario el vaciado completo de la línea de impulsión para dichas labores de sostenimiento.

⁹ Normas de Diseño de Agua Potable para zonas Rurales, Tipos de Bombas Manuales

3.9.6 Válvulas de alivio contra el golpe de ariete

En las sargas de bombeo estas se colocan después de la válvula de retención para disipar la sobrepresión que se pueda producir y así proteger el equipo de bombeo y accesorios del golpe de ariete.

3.9.7 Pérdidas localizadas

Además de las pérdidas por fricción, el uso de piezas especiales como válvulas o llaves de paso, reductores, codos, yes y tees, entre otros, origina perturbaciones en las líneas de corriente del flujo en su paso a lo largo de la conducción que son denominadas pérdidas localizadas y que, de acuerdo a su magnitud, pueden significar una pérdida de energía significativa:

Una de las metodologías existentes para el cálculo de las pérdidas localizadas (h_l) utiliza las siguientes expresiones:

$$h_l = K_l \frac{V_1 - V_2}{g} \quad (\text{Ec. 16})$$

Como se puede observar, la pérdida depende de la velocidad del flujo (V [m/s]) y de un coeficiente de pérdida localizada (K_l) que es dependiente principalmente de la forma geométrica de la pieza o accesorio y secundariamente del número de Reynolds el cual deja de tener influencia cuando sus valores son muy altos. La ecuación de pérdidas localizadas presentada arriba (9) se emplea cuando las velocidades medias del flujo antes y después de la zona donde se genera la pérdida localizada (pieza o accesorio) son iguales y la de la derecha en caso contrario. Pese a esto, es práctica común usar la primera en cualquier condición, empleando en el cálculo la velocidad mayor, a fin de mantenerse dentro del lado de la seguridad (mayor velocidad, mayor pérdida).

El valor del coeficiente de pérdida localizada es un valor empírico, resultante de pruebas en laboratorio. Por lo general, dependerá no sólo del tipo de pieza, sino también de su diámetro y otros parámetros geométricos, como la relación entre el diámetro inicial y el final en el caso de reducciones y expansiones. En la Cuadro 4 reproducimos algunos valores medios para distintos accesorios:

Cuadro Nº 18. Valores medios de accesorios

ACCESORIO	Kl
Codos de 90°, de radio corto	0.90
Codos de 45°	0.40
Tee (en el ramal principal)	0.30
Válvula de Globo 100% abierta	10
Válvula de Compuerta 100% abierta	0.20
Válvula de Compuerta 50% abierta	5.60
Válvula de Compuerta 25% abierta	24
Entrada Recta	0.50
Salida Recta	1
Tee (en el ramal de salida)	1.80
Ampliación gradual	0.3
Controlador de caudal	2.5
Curva de 22°30'	0.1
Entrada de borda	1
Entrada normal en tubo	0.5
Reducción gradual	0.2
Rejilla	0.8
Salida de tubo	1
Tee de pase directo	0.6
Tee salida bilateral	1.8
Tee salida lateral	1.3

ACCESORIO	Kl
Val. Angulo abierta	5
Val. De retención	2.5
Válvula de pie	1.8

Fuente: Normas de diseño de sistema de agua potable para zonas rurales, (s.f).

3.9.8 Almacenamiento

La capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del CPD. Estará ubicado lo más cercano posible a la fuente, el área deberá estar cercada y se localizará a una altura que permita regular la presión de servicio.

3.10 Sistema de desinfección

3.10.1 Volumen del dosificador

La determinación del volumen dosificador se basa en la cantidad de Cloro que se agrega al agua, la producción de la fuente y el grado de concentración dosificante que se quiere establecer:

$$A = \frac{D \times Q_b}{C \times 10} \quad (\text{Ec. 17})$$

Donde:

A= Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.

D= Dotación de hipoclorito de sodio igual a 5.14 mg/lit.

Q= Caudal de bombeo (lpd).

C= Concentración de la disolución igual a 1.2%.

3.10.2 Red de distribución

Generalmente los sistemas de las redes trabajan a presión. Verificándose las condiciones de trabajo críticos, con y sin consumo, para determinar las presiones mínimas y máximas en el sistema.

El diseño de la red de distribución, se requiere del buen criterio del proyectista, sobre todo en aquellas localidades o ciudades en las que no se tienen planes reguladores del desarrollo de las mismas, que permitan visualizar el desarrollo de la ciudad al final del periodo de diseño.

3.10.3 Planos constructivos y especificaciones técnicas

Es necesario hacer notar que, para los proyectos de agua potable, deben tomarse diferentes aspectos y consultar las normas vigentes para este tipo de sistemas, para así cumplir con las condiciones hidráulicas en el diseño de este tipo de proyecto.

Para el diseño de un buen sistema deben considerarse factores como: pendientes, longitud de tramos, ubicación de nodos, ubicación de accesorios, cruces de las tuberías. Para luego proponer profundidad de la tubería, altura del tanque y todos los materiales a emplearse al momento de ejecutarse el proyecto.

3.10.4 Costo

Es obligatorio en la elaboración de obras hidráulicas de sistemas de abastecimiento de agua potable, la consideración de la economía. Con esta finalidad, la elección del periodo de vida útil que se adoptará en el proyecto.

Es necesario determinar detalladamente cada uno de los costos de las actividades involucradas para llevar a cabo el proyecto de diseño de la red del

alcantarillado sanitario por cada tramo de tubería.

Los precios de materiales serán tomados de los costos promedios que se manejan en el mercado.

La mano de obra se determinará basándose en las normas de rendimiento horario para obras verticales y el catálogo de precios vigente para la construcción brindado por el FISE¹⁰.

El costo total de una actividad es la sumatoria del costo de los materiales, la mano de obra, un 8% de la mano de obra para gastos de herramientas y equipo, y un 35% del costo directo adicional como costos indirectos.

El software utilizado para el presupuesto será Microsoft Excel y Project.

3.10.5 Análisis económico del proyecto

El enfoque de este proyecto es principalmente de carácter social, esto significa que puede ser realizada por La municipalidad de Teustepe, por el Gobierno o por alguna otra identidad que vaya enfocada principalmente a resolver una necesidad común y de ninguna manera, buscando alguna rentabilidad económica.

La magnitud y el carácter de estos proyectos son de gran envergadura, por tal razón, su realización duración son mayores (Altamirano, 1998).

En consecuencia, su análisis se hace de manera diferente, siendo algunos métodos de estudios los que se mencionan:

- Relación Beneficio- Costo (B/C): es la forma más frecuente de evaluar un proyecto de carácter social y/o público, este método se basa principalmente en la cuantificación de los beneficios que deben

¹⁰ Fondo De inversión social de emergencia

incurrirse en su realización y conservación.

- Indicador de Beneficio Neto: se emplea mayormente cuando existe alguna duda o error en el método o relación de B/C, dado que se dificulte la identificación entre costo o afectación que cause el mismo.

IV. RESULTADOS

4.1 Diagnóstico

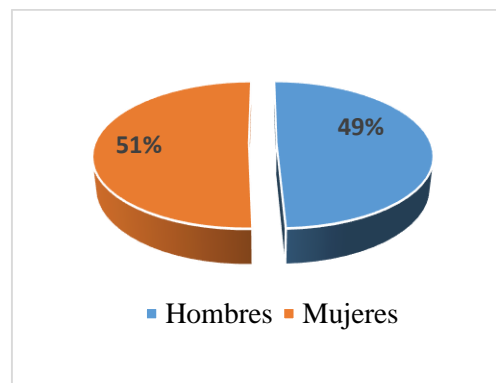
El diagnóstico de la comunidad de Coyusne, se realizó con la información brindada por la Alcaldía Municipal de Teustepe y el Fondo de inversión social de emergencia (FISE), e investigaciones de campos realizadas por el equipo de trabajo.

La comunidad no cuenta con un Sistema de Agua Potable para consumo humano y la población esta propensa a percibir enfermedades de origen hídrico. Existe un pozo perforado en el sector 1 que abastece al sector 1 y 2. Este vital líquido es trasladado del pozo a las viviendas por mujeres y niños en la mayoría de los casos; siendo utilizado para consumo, preparación de alimentos, aseo personal y para lavar ropa lo hacen en los ríos que se encuentran cerca de la comunidad. Son algunos pobladores del sector 3 que acarrean agua del pozo para consumo.

4.2 Población y vivienda

Según los datos arrojados por las encuestas, hechas a los jefes de familias de la Comunidad, existen actualmente 103 familias, 49.45% (179) conformada por hombres, 50.55% (183) mujeres Para un total de 362 habitantes.

Ilustración N° 2. Distribución de habitante de Coyusne.



Fuente: Elaboración propia.

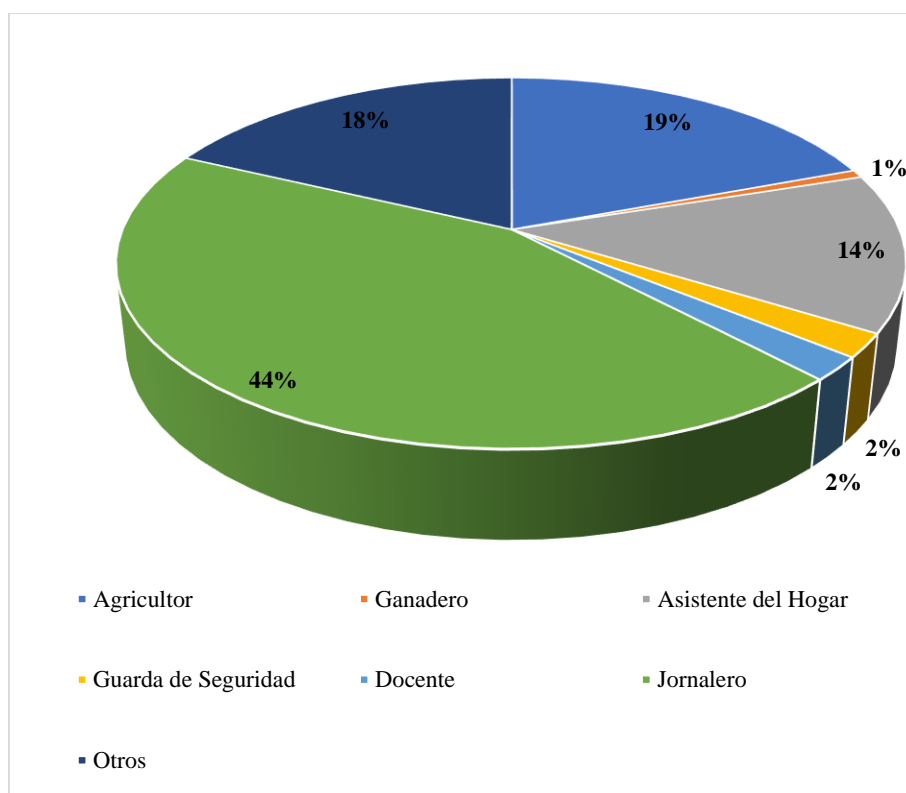
Existe en la comunidad una escuela multigrado, construida con fondos del nuevo FISE y La Alcaldía de Teustepe, no hay centros de asistencias públicas para la salud, ni otras instituciones del estado.

4.3 Actividad económica

Además de las actividades que impulsan la economía en el municipio, la comunidad se rige principalmente por las siguientes actividades:

Agricultura, ganadería, asistente del hogar, guarda de seguridad, docente, jornalero y otros.

Ilustración N° 3. Actividad económica y empleo en la comunidad.



Fuente: Elaboración propia.

4.4 Servicios existentes

En la comunidad existe un Puesto de Salud que se localiza en la escuela primaria de la comunidad, en este puesto de salud atiende una auxiliar de enfermería que se traslada diariamente desde el municipio de Teustepe hasta la comunidad, en dicho puesto de salud se atienden las comunidades de Coyusne, Tierra Colorada, Espino, Masías y el Jocote.

Las principales enfermedades padecidas por los miembros de las familias durante el último año como podemos observar en el siguiente gráfico, la mayor afectación de enfermedades fue de tos y resfriado seguido de diarrea, dengue, infección renal, y otras enfermedades (presión alta).

4.5 Educación y vivienda

De los 232 niños que existen en la comunidad, 13 están en edad preescolar; 25 en primaria. En la comunidad no hay secundaria los jóvenes que se encuentran estudiando en esta modalidad viajan a Teustepe o San José de los Remates.

La escuela de Coyusne cuenta con un director, un maestro de preescolar y una maestra de primaria, en cuanto a infraestructura cuenta con un aula donde se da multigrado, una dirección y otra aula pequeña que es ocupada como puesto de salud, la escuela tiene paredes de ladrillo, el piso es de ladrillo y el techo es de zinc.

4.6 Transporte

Con relación al transporte colectivo es regular. Se puede viajar a la comunidad en buses que parten de San José de los remates hasta las ciudades de Teustepe, Boaco y Managua. También se puede tomar el bus que cubre la ruta El Espino – Teustepe.

Las condiciones de las vías de transporte están en excelentes condiciones debido a que se encuentra adoquinada y asfaltado.

4.7 Salud

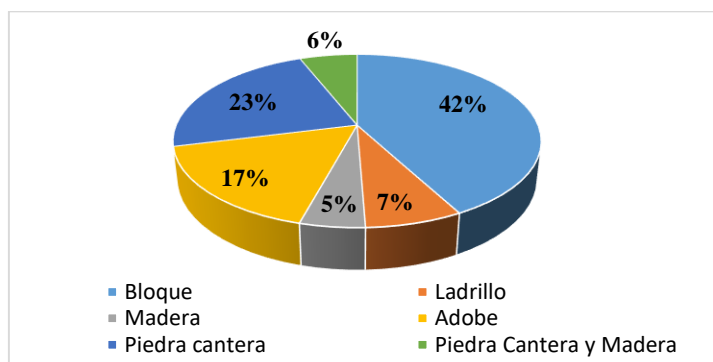
El informe facilitado por la ONG (CEPS) presenta, no con mucho detalle las principales enfermedades que azotan la comunidad, provocadas (según los habitantes) por “La escasez y mala calidad del agua”. Estos dos agravantes desenlazan en enfermedades tales como: diarrea, enfermedades intestinales, parasitosis, fiebres y enfermedades renales. La comunidad no cuenta con un centro de atención médica u hospital.

4.8 Situación habitacional

En la inspección y visita de campo realizada a la comunidad, para el diagnóstico comunitario, se observó el tipo de materiales de los cuales están construidas las viviendas de la comunidad. Basados en la información recopilada, simple inspección y la encuesta técnica y social brindada por CEPS, podemos afirmar que la mayoría de las viviendas tienen techos de zinc, madera y teja. El 96% de las viviendas tienen techo de zinc, un 2% tiene techo de teja y un 2% tienen techo de madera.

En cuanto al material de las paredes de las viviendas como se muestra en el siguiente grafico un 42% de las viviendas están construidas de bloque, un 23% de piedra cantera, un 17% con adobe, 7% de las viviendas están construidas de ladrillo, 6% en minifalda de piedra cantera y madera y un 5% de las viviendas están construidas con madera.

Ilustración N° 4. Condiciones de las viviendas.



Fuente: Elaboración propia.

4.9 Disponibilidad de integración al proyecto

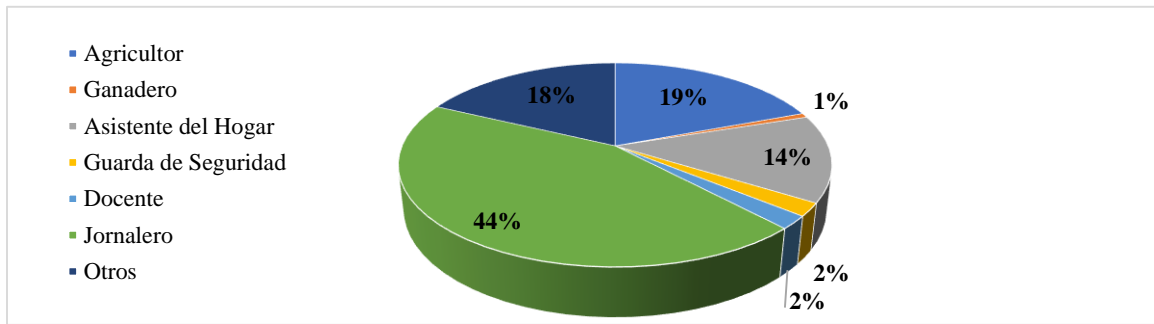
En la realización de las encuestas se observó que existe una gran voluntad de los habitantes de la comunidad que desean contar con el servicio de agua en sus domicilios y están dispuestos a apoyar el proyecto en todas sus etapas posibles, siempre que esté a su alcance y disposición. Su mayor aporte para este proyecto sería la de mano de obra.

De la misma manera la población esta consiente que es un servicio pago y estas dispuestos a solventar dichos pagos para el sufragio de sus necesidades.

4.10 Situación económica

La economía y empleo de los miembros de las familias esta predominantemente basada en el trabajo al día como jornalero con un 44% de la PEA que desempeña este trabajo, seguido por la agricultura con un 19% que básicamente es de autoconsumo, un 18% desempeña otras actividades tales como albañilería, destace de cerdos, ventas de cajetas, pan entre otras, un 14% de la PEA se desempeñan como asistentes del hogar, un 2% son guardas de seguridad, un 2% son docentes y un 1% se dedica a la actividad ganadera.

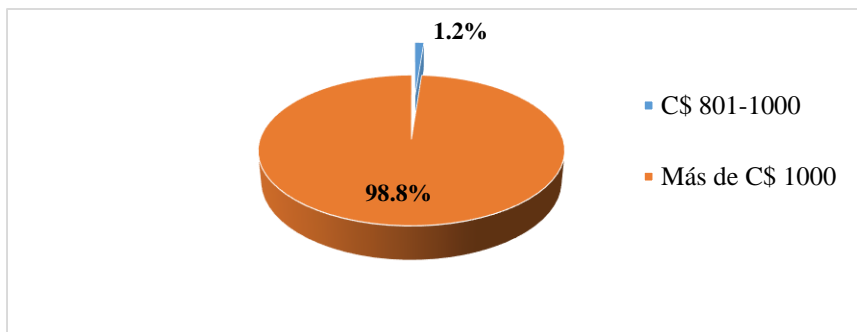
Ilustración N° 5. Población económicamente activa.



Fuente: Elaboración propia.

El 98.8% de las viviendas de esta comunidad cuentan con un ingreso mensual mayor de C\$1,000 (Unos mil córdobas) y un 1.2% recibe de 801 a 1,000 córdobas a continuación se presenta en el grafico el ingreso mensual por rango.

Ilustración N° 6. Ingresos por familia.



Fuente: Elaboración propia.

4.11 Condiciones higiénicas de las viviendas

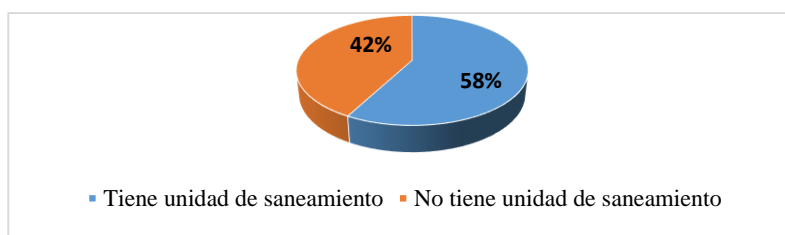
La carencia del vital líquido limita las acciones higiénicas que generalmente deben tomarse en cuenta en la vida cotidiana, ya sea en el hogar, escuela o distintas labores. Se obtuvo la siguiente información sobre las acciones generales que la comunidad toma de cara a la higiene colectiva.

El acceso a los servicios de saneamiento se refiere a la cantidad de personas

con acceso al menos a una letrina (según la definición del JMP) utilizada por los beneficiarios.

Se registra un 58% de familias que afirman tener alguna opción de saneamiento, y un 42% que no tienen. De los que afirman tener saneamiento, un 79% tiene letrina ventilada de hoyo seco, un 13% letrina compostura y un 8% tiene inodoro.

Ilustración N° 7. Acceso a saneamiento.

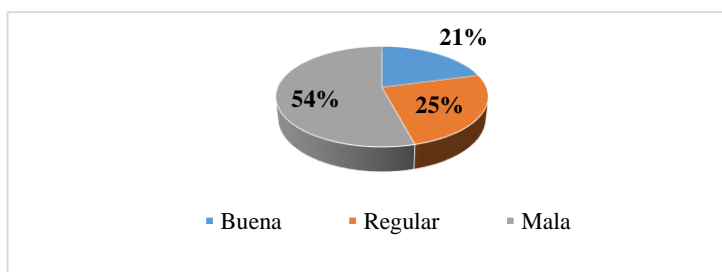


Fuente: Elaboración propia.

Además, se realizó una valoración a las estructuras sanitarias, de las que se desprenden tres estados: Buena, regular y mala.

De las 48 viviendas que manifestaron tener alguna opción de saneamiento el estado de las mismas es bueno en el 21% de los casos, regular en 25%, malo o caído el 54%. De las familias que cuentan con alguna opción de saneamiento 100% afirman hacer uso de estas unidades.

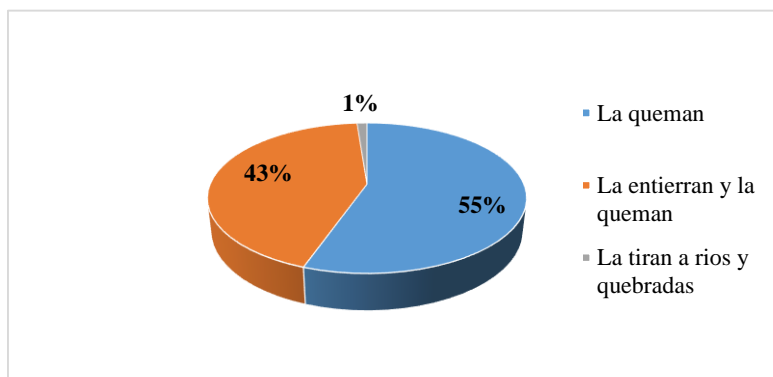
Ilustración N° 8. Estado del saneamiento.



Fuente: Elaboración propia.

En relación al manejo de la basura, 46 de los encuestados para un 55% manifestó que quema la basura, 36 personas para un 43% dice que la selecciona y parte la entierra y en parte la quema y una persona que simboliza 1% dice que la tira a ríos y quebradas.

Ilustración N° 9. Manejo de la basura



Fuente: Elaboración propia.

4.12 Situación existente en la comunidad

La comunidad no cuenta con un Sistema de Agua Potable para consumo humano y la población esta propensa a percibir enfermedades de origen hídrico. Existe un pozo perforado en el sector 1 que abastece al sector 1 y 2.

Este vital líquido es trasladado del pozo a las viviendas por mujeres y niños en la mayoría de los casos; siendo utilizado para consumo, preparación de alimentos, aseo personal y para lavar ropa lo hacen en los ríos que se encuentran cerca de la comunidad. Son algunos pobladores del sector 3 que acarrean agua del pozo para consumo.

Es importante señalar los pozos en el verano baja el caudal de agua; con grave contaminación de heces fecales por la cercanía de las letrinas a los pozos y hojas de los árboles, esta contaminación ocurre en el periodo invernal, las

familias acarrean el agua del pozo comunal existente.

Los comunitarios están consiente que la calidad del agua no es buena, por lo que es necesario tomar medidas de desinfección del agua para evitar enfermedades relacionadas a la contaminación a través del agua.

En la comunidad de Coyusne existe dos pozos perforados uno cerca del río La Chorrera ubicado en el sector 1; encontrándose en uso y el otro colinda con la escuela Emma García en el sector 2; este último durante su construcción solo fue encamisado 12 m lo que provoco derrumbe; por tanto, no se utiliza, que según la población el pozo colindante a la escuela fue perforado en 1982 y su caudal se mantiene y supera los 10 gpm, mientras que el otro baja su caudal en la época seca.

En época de verano todos los pobladores acarrean agua del río Malacatoya para las actividades domésticas ya que el río La Chorrera se seca y el pozo únicamente lo utilizan para el consumo humano, siendo un gran sacrificio para los pobladores del sector 1 y 2 acarrear agua desde el sector 3 ya que está muy alejado.

4.13 Estudio topográfico

4.13.1 Informe de topografía

Se realizó un levantamiento y estudio topográfico correspondientes a la altimetría y planimetría de la comunidad de Coyusne. (Línea de conducción-tanque-red de distribución total 3600 metros) tomando los primeros puntos de referencia con GPS en coordenadas UTM (WGS 84), realizando la totalidad de la tarea con estación total LEICA Flexline TS09 Series.

Se extrajeron los archivos con formato .txt del levantamiento topográfico desde

la base de datos de la estación total al ordenador con ayuda del cable de la estación y programa Leica Geo Office.

A partir de las coordenadas obtenidas para cada uno de los puntos que se levantaron y utilizando el programa de diseño civil 3D 2017 se trazó:

- ✓ Croquis de la comunidad.
- ✓ Curvas de nivel de la línea de conducción y red de distribución.
- ✓ Poligonales de los terrenos donde se ubicará pozo y tanque de almacenamiento.
- ✓ Perfil longitudinal de la línea de conducción pozo-tanque (sus respectivos puntos de ubicación)

4.13.2 Plano de la comunidad de Coyusne.

La alcaldía de Tesutepe no dispone actualmente de un croquis de la comunidad Coyusne, por lo que se realizó con ayuda del programa Google Earth, con el que capturamos la imagen satelital del sitio y estando en el programa Civil 3d 2013 importamos la imagen y se escaló de acuerdo a su escala gráfica. Luego, importamos los puntos de orilla de camino y esquinas de calles y se procedió a dibujar el croquis de Coyusne.

4.13.3 Curvas de nivel de la línea de conducción y red de distribución

Se realizó el trazado de las curvas de nivel con ayuda del programa civil 3D 2017 en el cual seguimos los siguientes pasos:

- ✓ Se realizó un libro de Microsoft Excel 2013 con extensión csv (separado por comas), en el que se importaron los archivos extraídos de la estación total y

se ordenaron de acuerdo a sus coordenadas UTM en norte, este, elevación, descripción. Procurando incluir todos los puntos correspondientes a terreno natural.

✓ Se importaron los puntos al programa Civil 3d 2017 y creamos la superficie del terreno verificando que tridimalla que se crea para la interpolación de elevaciones se trazara correctamente y corrigiendo siguiendo el criterio ingenieril.

✓ Se realizó el etiquetado de las curvas mayores a cada 5 m de elevación y las menores a cada 1 m de elevación.

4.13.4 Poligonales donde se ubicará el pozo y tanque de almacenamiento

Para el terreno donde se ubicará el pozo se propuso como emplazamiento de tanque, la propiedad que se encuentra en uno de los puntos más altos de Coyusne teniendo una cota de 309.70 m. la distancia que hay entre el pozo y el terreno del tanque es de 190 ml. A continuación en la Cuadro 7,Cuadro 8,Cuadro 9 se presentan los datos de las poligonales de terreno de pozo y terreno de tanque.

Cuadro N° 19. Derrotero de poligonal pozo.

Poligonal del pozo		
Línea #	longitud(m)	Rumbo
línea-1	20	S19° 39' 14"W
línea- 2	20	N70° 20' 46"W
línea-3	20	N19° 39' 14"E
línea-4	20	S70° 20' 46"E
Área Total		400m2

Fuente: Elaboración propia (2019).

Cuadro N° 20. Coordenadas del pozo

Coordenadas del pozo propuesto		
Norte	Este	Elevación
1384188.42	0632603.89	279.29 MSNM

Fuente: Elaboración propia (2019).

Cuadro N° 21. Derrotero de poligonal tanque

Poligonal tanque		
Línea #	Longitud(m)	Rumbo
línea-5	20	S51° 12' 57"E
línea-6	20	S38° 47' 03"W
línea-7	20	N51° 12' 57"W
línea-8	20	N38° 12' 57"E
Área Total		400 m2

Fuente: Elaboración propia (2019).

Perfil longitudinal de la línea de conducción pozo-tanque (puntos de ubicación)
Ya trazadas las curvas de nivel, utilizando el programa civil de 3d se procedió a trazar el alineamiento de la línea de conducción y la tubería con su cobertura correspondiente: Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0 metro sobre la corona del tubo. (INAA, 1998).

Cuadro N° 22. Cuadro derrotero para tubería de conducción

Puntos		Rumbo	long	Coordenadas		Elev
Inicia	Termina		(m)	x	Y	
42				634075.11	1384082.99	283.77

Puntos		Rumbo	long	Coordenadas		Elev
Inicia	Termina		(m)	X	Y	
42	43	S59°44'37"W	40	633995.96	1384073.36	285.83
43	44	S1°30'27"E	76	633869.09	1384013.59	287.91
44	45	S38°47'03"W	74	633764.69	1383892.34	281.61
		Total=	190.00			

Fuente: Elaboración propia (2019).

Cuadro N° 23. Accesorios de la línea de conducción

Accesorio	P.K.	Elevación de punto de inserción
codo 45	0+040m	12.450m
codo 45	0+116m	10.600m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Para sitios que correspondan a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20 metros sobre la corona de las tuberías, y en caminos de poco tráfico vehicular,

4.13.5 Estudio de la calidad de agua

La protección y administración de las fuentes de abastecimiento de agua dulce, superficial y subterránea, son una tarea esencial, ya que mediante la administración de las fuentes de abastecimiento y los sistemas de distribución de agua, se puede maximizar la cantidad de agua disponible y aprovechar al máximo cada gota del preciado líquido.

El tema de la calidad del agua potable, preocupa a todos los países del mundo, en vías de desarrollo y desarrollados, debido a su repercusión en la salud de la población. Dentro de los factores de riesgo tenemos: Los agentes infecciosos, los productos químicos tóxicos, las enfermedades relacionadas con el uso del agua que incluyen aquellas causadas por microorganismos y sustancias químicas

presentes en el agua potable. Estos agentes pueden causar enfermedades como; la malaria, cuyos vectores están relacionados con el agua; La legionelosis¹¹ transmitida por aerosoles¹² que contienen microorganismos; y enfermedades como la diarrea.

La prueba de bombeo al pozo nuevo ya existente, fue realizada por servicios hidroeléctricos, Luis Felipe Castilla Castro, por un periodo de 4.5 horas consecutivas, y dio como resultado, que el pozo puede brindar una dotación de agua de 10 GPM. Por lo que se afirma, que sí puede cubrir con la demanda de agua que requiere la comunidad de Coyusne hasta el 2039. La cual es de 12 GPM.

En base al análisis obtenido para determinar la calidad del agua, y de haber efectuado su respectiva comparación con los parámetros Físico – químico establecidos en las normas CAPRE. Se puede asegurar que el agua de la fuente sí puede ser utilizada para consumo humano, ya que está dentro de los rangos permisibles. Pero por el hecho de que existan coliforme fecales en el registro, se recomienda incorporar un sistema de desinfección a base de cloro.

Cuadro N° 24. Estudio de agua

Reporte de análisis bacteriológico y arsénico del agua.	
Datos de identificación	
Departamento	Boaco
Lugar	Coyusne, Teustepe

¹¹ Enfermedad infecciosa severa, que cursa con neumonía y fiebre muy alta.

¹² Partículas de agua suspendidas que forman parte del aerosol.

Fecha que se tomó la muestra	Noviembre, 2017	
Hora de captación de la muestra	1:00 PM	
Origen de la fuente de agua	Perforación Ademe 13 de acero	
No. De muestra	1	
Análisis efectuado por	Servicios hidroeléctricos, Luis Felipe Castilla Castro	
Profundidad nominal	93.25 pies	
Nivel estático del agua	14.1 pies	
Resultados del análisis		
Parámetro	Valor encontrado	Norma nac (Valor Máximo admisible)
Aspecto	Clara	
Temperatura	24.1 °C	18 – 30°C
Ph	6.98	6.5 – 8.7
Turbiedad	2 NTU	5 NTU
Arsénico Total	3	10 µg/L
Coliformes fecales	15	0 colonias
Posición		
N	16p0632895	
UTM	1384109	
Altura	270 MSNM	
Observaciones: Las muestras fueron procesadas con un Oxfam, Incubadas durante 18 horas, se usó caldo de sulfuro de laurillo, Procesado en ENACAL laboratorios centrales. Para Arsénico se usó test Kit HACH comparativo con 6 reactivos. Para medir turbidez se usó turbidímetro electrónico marca Wagtech. Para medir turbidez, se utilizó pehachímetro electrónico. Para medir temperatura, se usó termómetro de 100 grados Celsius.		

Fuente: ENACAL (2017)

4.13.6 Localización

Como fue mencionado con anterioridad la localización es muy importante para la

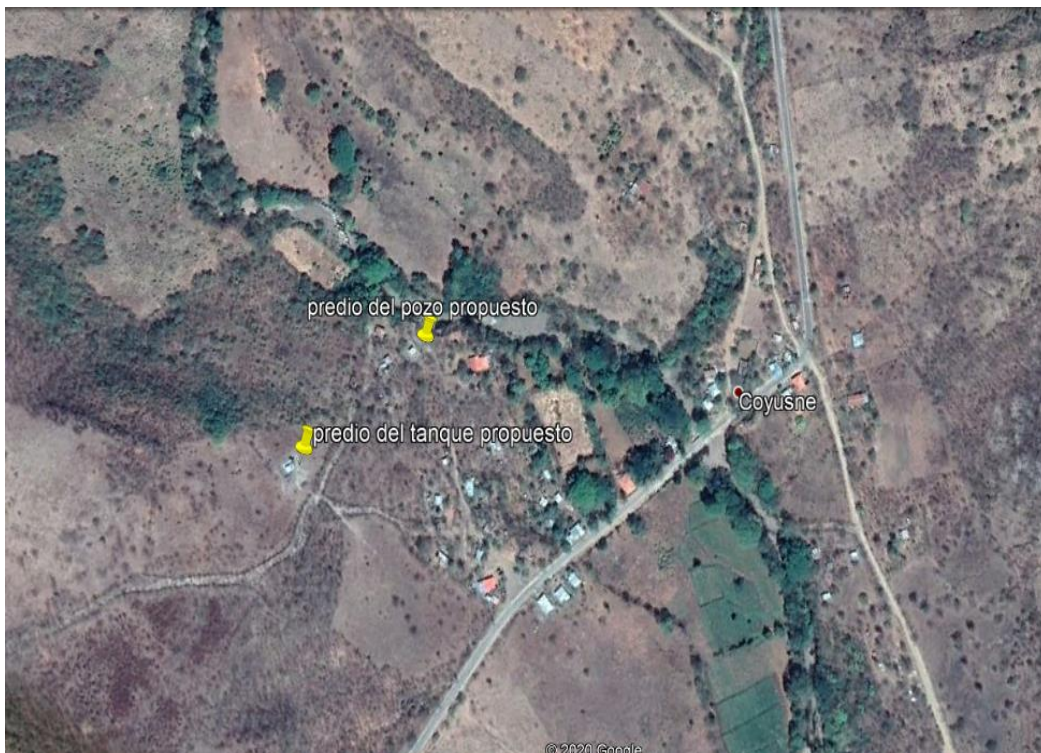
¹³ Tubo de acero al carbono que se introduce dentro del pozo de agua para evitar que el suelo se desgaje y taponee nuevamente la perforación.

elección de una fuente de abastecimiento. Esta debe de estar en un punto relativamente cercano al sitio que se beneficiará de la captación.

De manera que, aprovechando una fuente de abastecimiento nueva y de buena calidad bacteriológica, y física se definió este sitio y este pozo, como fuente de abastecimiento a explotar, no importando las limitantes de una distancia no tan corta y sobreponiendo así distintos parámetros para su elección, lo principal es, darle utilización prudente a un pozo nuevo y de excelentes parámetros bacteriológicos y con suficiente caudal de salida.

Es importante obtener una muestra limpia del sitio para reducir los costos de tratamiento del agua para consumo humano, de tal manera, que los servicios brindados a la comunidad sean factibles económicamente y obteniendo así costos que puedan ser sufragados por la misma comunidad

Ilustración N° 10. Ubicación del pozo nuevo



Fuente: Google earth

4.14 Diseño hidráulico de los elementos del sistema

El abastecimiento de agua potable provendrá de un pozo del cual se extraerá hasta un tanque de almacenamiento ubicado en la cota más alta de la comunidad, y luego se distribuirá por tuberías de distintos diámetros a la población.

4.14.1 Estimación de población

Este es uno de los puntos más importantes para la elaboración del SAAP. Ya que de la cantidad de población que se estime, dependerán todos los cálculos para el diseño de la red.

4.14.2 Método geométrico

Es uno de los métodos más utilizados en Nicaragua y es aplicable a las ciudades que no han alcanzado su desarrollo, y se mantiene creciendo a una tasa fija, como es la comunidad de Coyusne. Para la aplicación de este método hay que comenzar por calcular la tasa de crecimiento útil (Kg), tomando como punto de partida los censos poblacionales obtenidos.

Cuadro N° 25. Censos poblacionales.

Año censo	Población	Fuente
2005	279	INIDE
2017	362	Ing. Geovanny Miranda

Fuentes: Instituto nacional de información para el desarrollo (INIDE), Ing. Formulator. Geovanny Miranda tablada.

4.14.3 Tasa de crecimiento geométrica Kg

Aplicación de la ecuación (Ec 1)

$$Kg = \left(\frac{362}{279} \right)^{\left(\left(\frac{1}{2017-2005} \right) - 1 \right)}$$

$$Kg = 2.19\%$$

De acuerdo con las normativas establecidas por el INAA¹⁴, la tasa de crecimiento útil Kg, no deberá de ser menor del 2.5%, ni mayor del 4%, y en el caso de que esta se encuentre en algún valor entre 2.5%-4%, se tomará el valor que resulte de los cálculos en este intervalo.

Cuadro N° 26. Tasa de crecimiento útil calculada

Periodo	2005-2017
Tasa geométrica %	2.19%
Promedio %	2.19%
Tasa de crecimiento calculada (kg) %	2.19%
Tasa de crecimiento útil (kg) %	2.5%

Fuente: Elaboración propia (2019)

4.14.4 Proyección de población

La vida útil estimada para la cual se diseñará el SAAP será de 20 años, por lo tanto, la cantidad de población que se estimará, estará en dependencia de esta. Se proyectará teniendo como punto de partida el año actual (2019).

¹⁴ Instituto nicaragüense de acueductos y alcantarillados.

Ecuación:

Aplicación de la ecuación (Ec. 2)

$$pproy = 362(1 + 2.5\%)^{((2019-2017))}$$

$$pproy = 380 \text{ Habitantes}$$

4.14.5 Determinación del caudal de diseño

La determinación del caudal de diseño dependerá de los parámetros de las NTON¹⁵ que se tomen en cuenta, así mismo, del tipo de consumo que haya en la comunidad y de la cantidad de población proyectada para los 20 años de vida útil para los cuales se está diseñando la red. Las normas INAA establecen que no se deberá de tomar en cuenta ningún volumen de agua para los hidrantes, ya que estos no serán incluidos en el diseño de la red. Las medidas que se deberán de tomar en cuenta en caso de que en las localidades consideradas existan o se esté planeando la instalación de industrias, fábricas, centros comerciales u otros.

4.14.6 Parámetros de diseño

Aplicación de los parámetros.

$$CD_{2019} = (380 \text{ Hab} * 60 \text{ l/día}) / (86400 \text{ s/día})$$

$$CD_{2019} = 0.264 \text{ l/s}$$

$$CP_{2019} = (0.07 * 0.264)$$

¹⁵ Normativas técnicas para el abastecimiento y potabilización del agua.

$$CP_{2019} = 0.0185 \text{ l/s}$$

$$PF_{2019} = (0.264 + 0.0185 \text{ l/s}) * (0.20)$$

$$PF_{2019} = 0.0565 \text{ l/s}$$

$$CPD_{2019} = (0.264 + 0.0185 + 0.0565) \text{ l/s} \quad (\text{Ec } 3)$$

$$CPD_{2019} = 0.339 \text{ l/s}$$

$$CMD_{2019} = ((0.264 + 0.0185 \text{ l/s}) * 1.5) + 0.0565 \quad (\text{Ec } 4)$$

$$CMD_{2019} = 0.48 \text{ l/s}$$

$$CMH_{2019} = ((0.264 + 0.0185 \text{ l/s} * 2.5) + 0.0565) \quad (\text{Ec } 5)$$

$$CMH_{2019} = 0.76 \text{ l/s}$$

Cuadro N° 27. Demandas y caudales de diseño

Año	Dotación de agua domiciliar	Pb	CD		CP		PF	
			Pob.*Dota.		7% x CD.		20% * CP	
	LPD		l/d	l/s	l/d	l/s	l/d	l/s
2,019	60.00	380	22,819.58	0.26	1,597.37	0.02	4,883.39	0.06
2,024	60.00	430	25,818.25	0.30	1,807.28	0.02	5,525.11	0.06
2,029	60.00	487	29,210.99	0.34	2,044.77	0.02	6,251.15	0.07
2,034	60.00	551	33,049.55	0.38	2,313.47	0.03	7,072.60	0.08
2,039	60.00	623	37,392.53	0.43	2,617.48	0.03	8,002.00	0.09

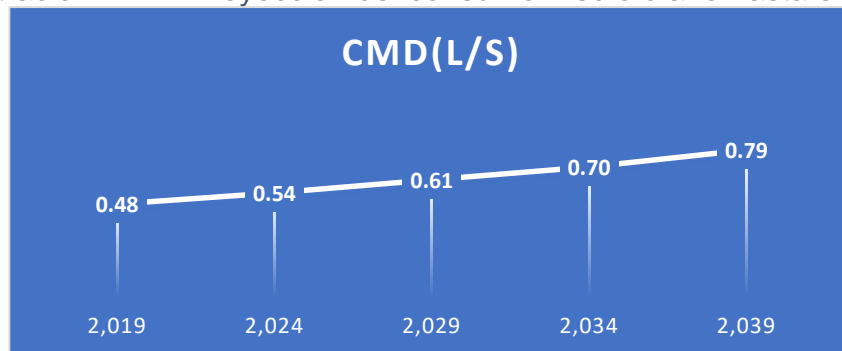
Fuente: Elaboración propia (2019)

Cuadro N° 28. Proyección de población y cálculo del caudal de diseño

CPD		CMD		CMH	
$\Sigma CD + CP + PF$		$((CD+ CP) \times 1.5) + PF$		$((CD+ CP) \times 2.5) + PF$	
l/d	l/s	l/d	l/s	l/d	l/s
24,417.21	0.28	41,508.81	0.48	65,925.75	0.76
27,625.83	0.32	46,963.41	0.54	74,588.94	0.86
31,256.09	0.36	53,134.78	0.61	84,390.54	0.98
35,363.40	0.41	60,117.13	0.70	95,480.15	1.11
40,010.44	0.46	68,017.01	0.79	108,027.02	1.25

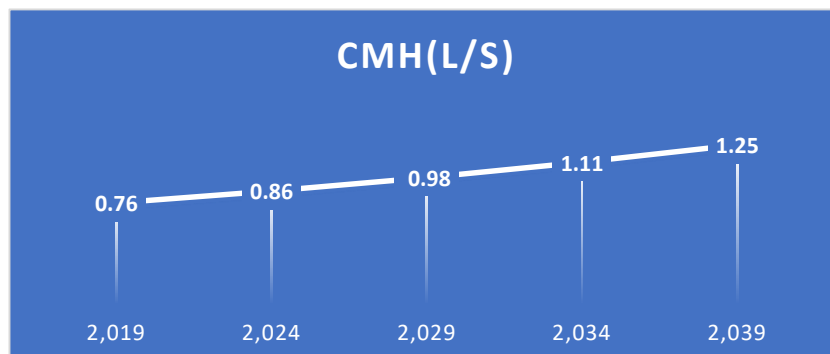
Fuente: Elaboración propia (2019)

Ilustración N° 11. Proyección del consumo medio diario hasta el 2039



Fuente: Elaboración propia (2019).

Ilustración 12. Proyección del consumo máximo horario hasta el 2039



Fuente: Elaboración propia (2019).

4.14.7 Línea de conducción

Para el caso de este sistema, la fuente de abastecimiento se encuentra a un nivel topográfico bajo el tanque de regularización y la conducción se realiza por bombeo, por lo que se realiza un diseño hidráulico comprendido entre un tramo de aproximadamente 190 metros de tubería, desde la estación 0+000 hasta la estación 0+190 y con una diferencia de altura de 30.41 m.

Se realizaron cálculos para determinar el Consumo de Máximo Diario seleccionando 1.24 litros/seg. Este es el valor para finales del período de diseño en el año 2039.

4.14.8 Tubería de conducción

Se calculó el caudal de bombeo con un régimen de bombeo de 16 h

$$Q_b = Q \frac{24}{16} \quad (\text{Ec 6})$$

$$Q_b = 0.46 * \frac{24}{16}$$

$$Q_b = 0.69 \text{ l/s}$$

Calculando el diámetro más económico de la tubería de la línea de conducción con la fórmula similar a la de Bresse.

$$D = 0.9 * Q^{0.45} \quad (\text{Ec 7})$$

$$D = 0.9 * (0.69 \times 10^{-3})^{0.45}$$

$$D = 1.5''$$

Se utilizará un diámetro de 2". A continuación, se comprobará la velocidad en la tubería de conducción con la fórmula 5:

$$V = \left(\frac{(0.69/1000)}{\frac{\pi(0.048)^2}{4}} \right) \quad (\text{Ec } 8)$$

$$V = 0.38 \text{ m/s}$$

$$m/s ; \quad 0.3 \leq 0.38 \leq 1.5 \text{ cumple}$$

Con 0.46 m/s esta entre el rango aceptable de velocidad de la tubería de conducción.

4.14.9 Cálculo del golpe de ariete para cierre instantáneo

Aplicando la fórmula (7) Para tubos plásticos:

$$K = 33.33$$

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + 33.33 * \frac{50}{2.31}}} \quad (\text{Ec } 9)$$

$$C = 356.83 \text{ m/s}$$

$$\text{Con la fórmula} \quad (\text{Ec } 10)$$

$$G.A = \frac{(356.83 \text{ m/s})(0.38 \text{ m/s})}{9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$G.A = 14.14 \text{ m.}$$

4.15 Diseño de estación de bombeo

4.15.1 Caseta de control

La caseta de control se diseñó de mampostería reforzada, incluyéndose la iluminación y desagüe. Esta tiene la función de proteger los equipos eléctricos y mecánicos.

4.15.2 Dimensionamiento del equipo de bombeo

De la Cuadro 4 seleccionamos la tubería Hg de 2 pulgadas para la columna de bombeo.

Para determinar la dimensión del equipo de bombeo se realizaron una serie de cálculos con ayuda de Microsoft Excel.

4.16 Sistema de desinfección

4.16.1 Volumen del dosificador

Aplicación de la ecuación (Ec. 17)

$$A = \frac{5.14 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \times 40089.6 \text{ lpd}}{1.2\% \times 10}$$

$$A = 17171.71 \text{ ml} \cdot \text{d}$$

$$A = \frac{17171.71 \text{ ml} \cdot \text{d}}{1000}$$

$$A = 17.17 \text{ lpd}$$

Donde:

A= Cantidad de solución diluida a agregar, en ml/min.

D= Dotación de hipoclorito de sodio igual a 5.14 mg/lit.

Q= Caudal de bombeo (lpd).

C= Concentración de la disolución igual a 1.2%.

Recomendaciones:

1. Para el proceso de desinfección del agua se utilizará hipoclorito de Sodio líquido por la facilidad al dosificar y la comodidad al usar para agua de consumo humano.
2. El tiempo de almacenamiento del hipoclorito no deberá de ser mayor de un mes.
3. El hipoclorito, se aplicará diluyendo previamente la solución concentrada de fábrica (5.14 gr/L) con agua limpia hasta una concentración máxima de 1% al 3%.
4. El tiempo de contacto entre el cloro y el agua será de 30 minutos antes de que llegue al consumidor. En situaciones adversas, se puede aceptar un mínimo de 10 minutos, por lo cual, se deberá de disminuir la dosis requerida.

Cuadro N° 29. Datos generales del sistema de agua potable

Datos generales del sistema	
Caudal de bombeo	0.69 Lps
Nivel de la bomba	260.94 msnm
Nivel de rebose del tanque	311.55 msnm
Diferencia de elevación estática	51.74 m
Nivel estático del agua	4.70 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Cuadro 30. Velocidades en las tuberías del sistema

Calculo de las velocidades con la ecuación: $V = \frac{4Q}{\pi D^2}$	
Velocidad en el pozo	0.35 m/s
Velocidad en la sarta	0.35 m/s
Velocidad en la tubería de conducción	0.35 m/s
Velocidad en la entrada al tanque	0.35 m/s

Fuente: Elaboración propia (2019)

Cuadro N° 31. Datos generales del bombeo en el pozo

Datos del Pozo	
Tipo de bomba	Sumergible
Material	hierro galvanizado (H°.G°)
L columna	18.35 m
Diámetro de la columna	2 pulg

Fuente: Elaboración propia (2019).

Las pérdidas en los accesorios se calcularán por medio de la ecuación (16).

Cuadro N° 32. Pérdidas menores en el pozo

Perdidas de carga en el pozo		
Accesorios	Coeficiente kl	hf (perdidas localizadas)
Codo de 90°	0.9	0.038 m
Rejilla	0.8	0.033 m
Válvula de pie	1.8	0.075 m
Tee de pase directo	0.6	0.025 m
Suma		0.172 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Utilizando la ecuación de Hazen-Williams (Ec 11) se calcula las pérdidas de carga por fricción en la tubería de la columna de bombeo.

Cuadro N° 33. Pérdidas de carga por fricción en el pozo

Pérdidas de carga por fricción en el pozo	
Coef. Rugosidad	100
Hf tubería columna	0.92 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Las pérdidas de carga total en el pozo se calculan mediante la suma de las pérdidas localizadas más las pérdidas por fricción:

$$H_f \text{ Pozo} = 0.175 + 0.27 = 0.44$$

4.16.2 Cálculo de las pérdidas de carga en la sarta de bombeo

Cuadro N° 34. Datos de la sarta

Datos de la sarta	
Material	Tubo de hierro Galvanizado (H°.G°)
Longitud	6 m
Diámetro de la sarta	2 pulg

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Las pérdidas de cargas por accesorios se calcularán con la ecuación (16)

Cuadro N° 35. Pérdidas menores en la sarta

Pérdidas de carga en la sarta			
Cantidad	Accesorios	coeficiente kl	hf(perdidas localizadas)
1	Codo de 90°	0.9	0.0203 m
1	Tee pase directo	0.6	0.0136 m
1	Controlador de caudal	2.5	0.0565 m
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0045 m
1	Valv. de retención	2.5	0.0565 m
1	Codo de 45°	0.4	0.0181 m
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0113 m
1	Valv de angulo abierto	5	0.0130 m
Pérdida total en accesorios			0.0829 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Cuadro N° 36. Pérdidas por fricción en la sarta

Perdidas de carga por fricción en la sarta	
Rugosidad de la tubería	100
Hf tubería	0.0182 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Las pérdidas de carga total en la sarta se calculan mediante la suma de las pérdidas localizadas más las pérdidas por fricción:

$$Hf \text{ sarta} = 0.0829 + 0.0182 = 0.1011 \text{ m}$$

4.16.3 Cálculo de las pérdidas de carga en la tubería de conducción

Cuadro N° 37. Datos generales de la tubería de conducción.

Datos tubería de conducción	
Material	Tubo plástico (PVC)
Longitud	190 m
Diámetro de la sarta	2 pulg

Fuente: Elaboración propia (2019).

Las pérdidas de cargas por accesorios se calcularán por medio de la ecuación (Ec. 16) y los resultados se muestran en la Cuadro 41

Cuadro N° 38. Pérdidas menores en la tubería de conducción

Pérdidas menores en la Tubería de Conducción			
Cantidad	Accesorios	Coefficiente kl	Hf(pérdidas localizadas)
2	Codos de 45°	0.4	0.011 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Con la ecuación de Hazen-Williams (11) se calcula las pérdidas de carga por fricción en la línea de conducción y los resultados se muestran en el Cuadro 40.

Cuadro N° 39. Pérdidas de carga por fricción en la tubería de conducción

Pérdidas de carga en la tubería de conducción	
Rugosidad de la tubería	150
hf tubería	0.54 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Las pérdidas de carga total en la tubería de conducción se calculan mediante la suma de las pérdidas localizadas más las perdidas por fricción:

$$H_f \text{ línea de conducción} = 0.011 + 0.54 = 0.551 \text{ m}$$

4.16.4 Cálculo de las pérdidas de carga en la entrada del tanque

Cuadro N° 40. Datos de entrada en el tanque

Datos de entrada en el tanque	
Material	Tubo plástico (PVC)
Longitud	2 m
Diámetro de la tubería	2 pulg

Fuente: Elaboración propia (2019).

Las pérdidas de cargas por accesorios se calcularán por medio de la ecuación (16) y los resultados se muestran en la Cuadro 42:

Cuadro N° 41. Pérdidas menores en el tanque

Pérdidas de carga en el tanque			
Cantidad	Accesorios	Coef kl	Hf (perdidas localizadas)
3	Codo de 90°	0.9	0.0610 m
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0113 m
1	Salida de tubo	1	0.0226 m
1	Rejilla	0.75	0.0170 m
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0045 m
Suma			0.0328 m

Fuente: Elaboración Propia (2019).

Utilizando la ecuación de Hazen-Williams (11) se calcula las pérdidas de carga por fricción en la entrada al tanque el resultado se muestra en la Cuadro 43:

Cuadro N° 42. Pérdidas de carga por fricción en el tanque de almacenamiento

Pérdidas por fricción en la entrada al tanque	
Rugosidad de la tubería	150
Hf tubería columna	0.0057 m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Las pérdidas de carga total en la entrada al tanque se calculan mediante la suma de las pérdidas localizadas más las pérdidas por fricción:

$$H_f \text{ Tanque} = 0.0328 + 0.0057 = 0.0385\text{m}$$

4.16.5 Cálculo de la carga total dinámica (CTD)

El cálculo de la carga total dinámica se calcula mediante la (Ec 14)

CTD= (Nivel de rebose - nivel de terreno del pozo) + Nivel de bombeo + Pérdidas en la columna de bombeo + Pérdidas en la descarga + perdidas en sarta + perdidas en conducción

$$CTD = (311.55 - 279.29) + 18.35 + 0.44 + 0.1011 + 0.551 + 0.0385 = 51.74 \text{ mca}$$

4.16.6 Cálculo de presión de trabajo

Aplicamos la (Ec 13)

$$51.74\text{m} + 14.14 \text{ m} = 65.88\text{m. c. a}$$

La presión de trabajo de la tubería de 2" material PVC según el SDR

Cuadro N° 43. Presión de trabajo para tubería SDR

Cedula	40	32.5	26	17
Presión en m.c.a	63	80	100	155

Fuente: Elaboración propia (2019).

Se podría utilizar tubería SDR 32.5 ya que la sobrepresión en la conducción será de 65.88 mca y su resistencia máxima de 80 mca, pero para dar un margen de seguridad se utilizará tubería SDR 26 cuya presión de trabajo es de 100 m.c.a. > 65.88 m.c.a.

4.16.7 Cálculo de la potencia de la bomba y del motor

La potencia de la bomba se calcula a partir de la ecuación (Ec.15) y el resultado se muestra en la Cuadro 46

$$PB = \frac{0.69 \cdot 51.74}{75 \cdot 70\%} \quad (\text{Ec. 15})$$

$$PB = 0.68 \text{ HP}$$

Cuadro N° 44. Requerimientos de la bomba

Potencia de la bomba	
Caudal (CMD)	10.93 gpm
Eficiencia	75%
Potencia	0.68 hp
Potencia comercial	0.5 hp

Fuente: Elaboración propia (2019).

$$PM = \frac{0.68 \text{ HP}}{85\%} \quad (\text{Ec. 16})$$

$$PM = 0.8 \text{ HP}$$

Cuadro N° 45. Requerimientos del motor

Potencia del motor	
Eficiencia del motor	75%
Potencia del motor	0.80 hp
Potencia estándar	0.5 hp

Fuente: Elaboración propia (2019).

4.17 Análisis de la red de distribución en Epanet versión 2.0 E

En esta etapa del diseño hidráulico se trabajó con el programa EPANET

Se configuro el programa de la siguiente manera:

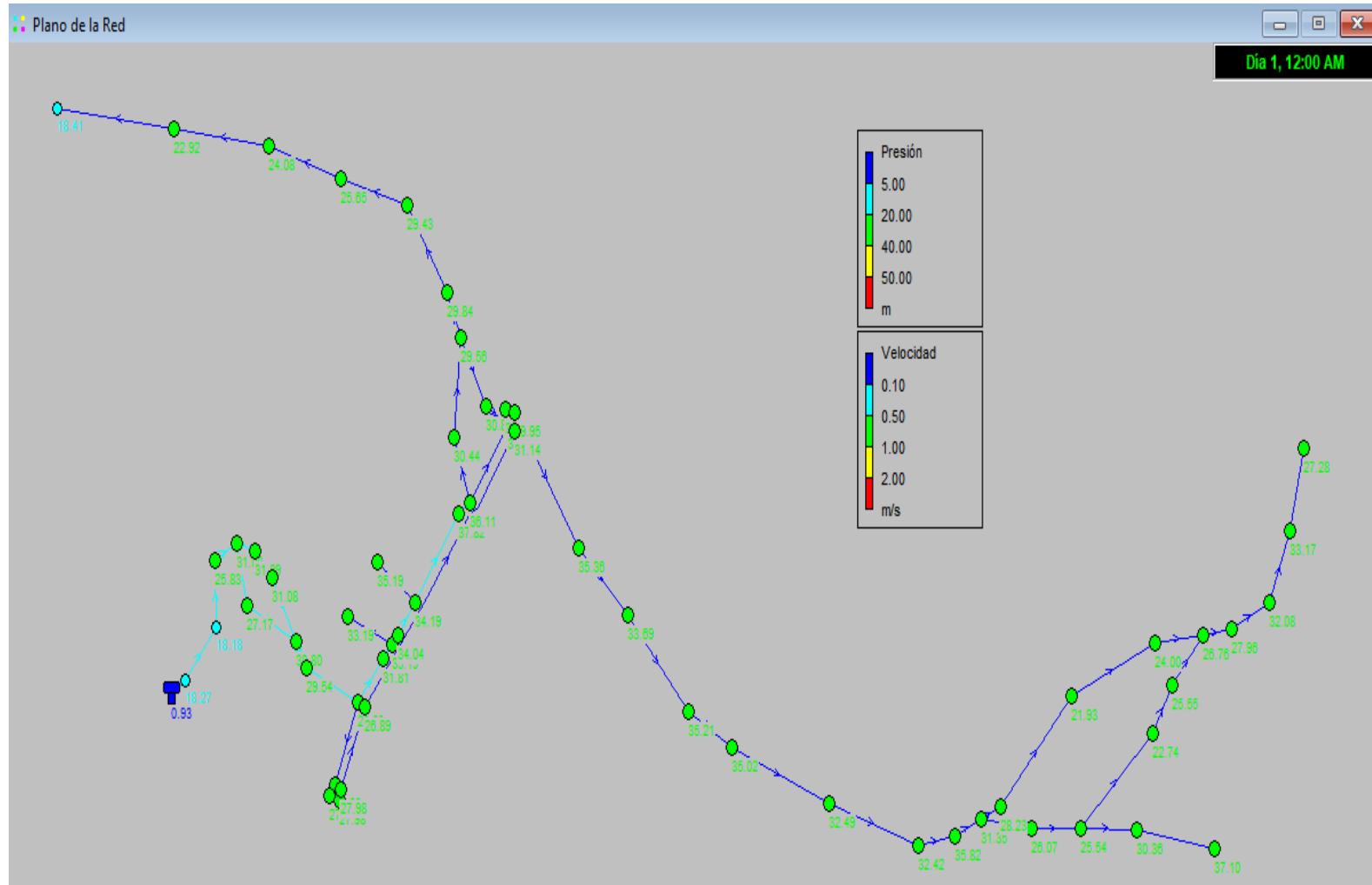
✓ Unidades de caudal: litros por segundo. Realizando esta configuración se modifican las unidades de medida de los diámetros de tubería a milímetros y cotas de las conexiones a metros.

✓ Ecuación de pérdidas: Hazen–Williams.

Se utiliza tubería PVC cedula 41 cuyo coeficiente de rugosidad es de 150, Se colocó la imagen de la comunidad de fondo para dibujar el esquema de la red de distribución.

En la figura 13 se presenta el esquema planteado de la red de distribución en el Programa Epanet, en esta se puede observar que las tuberías de la red están por color, de acuerdo a su velocidad y los nodos, están coloreados de acuerdo a la presión.

Ilustración Nº 13. Simulación de red en EPANET.



Se procedió a ingresar los datos de elevación de cada uno de los nodos de acuerdo a la Cuadro 48:

Se ingresaron las longitudes y diámetros de tuberías pvc, los diámetros se fueron variando para poder llegar a las velocidades requeridas. Ver Cuadro 49

Los datos del depósito se introducen de la siguiente manera:

Cota: Es la altura a la que está la base del Tanque. Sirve de referencia para las demás cotas. Se propone un tanque sobre suelo para y con este se cumple con las presiones entre 5 mca-50 mca.

Nivel inicial: Es la altura inicial del tanque; si está a medio llenar es de la mitad de la altura del tanque: 0.925 m

Nivel mínimo: Es la altura relativa de la salida de agua para distribución

Nivel Máximo: Es la altura relativa del rebosadero=1.85 m

Diámetro: 4.18 m

4.17.1 Resultados del análisis de la red

4.17.2 Presiones en los nodos

La presión máxima 37.87 mca y la presión mínima 18.18 mca obtenidas del análisis satisfacen las establecidas por la norma de INAA cuyas presiones deben estar en el rango de 5 mca-50 mca. ver Cuadro 46

Cuadro N° 46. Resultados del análisis en los nodos de red de distribución

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n1	283.30	0.01	26.89
Conexión n2	278.38	0.010	31.81
Conexión n3	277	0.015	33.19
Conexión n4	276.15	0.005	34.04
Conexión n5	276	0.015	34.19
Conexión n6	272.26	0	37.83
Conexión n7	273.96	0.02	36.11
Conexión n8	279.05	0.01	30.99
Conexión n9	279.17	0.015	30.87
Conexión n10	280.49	0.005	29.55
Conexión n12	280.21	0.010	29.83
Conexión n13	280.62	0.010	29.42
Conexión n14	284.40	0	25.63
Conexión n15	285.97	0.005	24.06
Conexión n16	287.13	0.005	22.90
Conexión n17	291.64	0.01	18.39
Conexión n18	279.75	0	30.29
Conexión n19	280.10	0.005	29.94
Conexión n21	274.63	0.03	35.19
Conexión n22	276.28	0.005	33.45
Conexión n23	274.73	0	34.88
Conexión n24	274.91	0	34.64

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n25	277.40	0	32.02
Conexión n26	277.45	0	31.85
Conexión n27	274.03	0	35.22
Conexión n29	278.50	0	30.72
Conexión n30	283.77	0	25.43
Conexión n31	284.30	0.020	24.88
Conexión n33	279.47	0.025	29.71
Conexión n34	272.73	0	36.45
Conexión n35	287.09	0.02	22.08
Conexión n37	284.28	0.01	24.89
Conexión n38	283.07	0.005	26.10
Conexión n40	281.85	0.02	27.22
Conexión n41	277.73	0.01	31.34
Conexión n42	276.64	0.015	32.43
Conexión n43	282.53	0.005	26.54
Conexión n45	285.83	0.01	23.34
Conexión n46	287.91	0.015	21.28
Conexión n47	281.61	0.005	27.60
Conexión n50	279.62	0.005	30.44
Conexión n51	283.18	0.005	27.17
Conexión n52	279.29	0.01	31.09

ID Nudo	Cota m	Demanda Base LPS	Presión m
Conexión n53	284.60	0	25.83
Conexión n54	292.35	0	18.18
Conexión n55	292.35	0	18.27
Conexión n58	277	0.02	33.19
Conexión n59	275	0.005	35.19
Conexión n60	279.27	0.005	31.09
Conexión n61	279.27	0	31.08
Conexión n63	279.52	0.015	30.80
Conexión n64	280.74	0.015	29.54
Conexión n66	282.21	0	27.98
Conexión n67	282.21	0	27.98
Conexión n68	282.21	0	27.98
Conexión n69	282.21	0	27.98
Conexión n70	283.30	0.005	26.89
Conexión n74	279.05	0.01	31.14
Depósito 1	309.7	No Disponible	0.93

Fuente: Elaboración propia .Epanet (2019).

4.17.3 Análisis en EPANET de tuberías de la red de distribución

Cuadro N° 47. Resultados del análisis en los tuberías de red de distribución.

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería p1	60	50	150	0.35	0.18	0.86
Tubería p3	35	50	150	0.31	0.16	0.71
Tubería p5	165	50	150	0.30	0.15	0.63
Tubería p6	20	50	150	0.30	0.15	0.63
Tubería p7	100	50	150	0.17	0.09	0.22
Tubería p8	40	50	150	-0.04	0.02	0.02
Tubería p9	100	50	150	-0.06	0.03	0.03
Tubería p12	115	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p13	105	50	150	0.02	0.01	0.00
Tubería p14	120	50	150	0.02	0.01	0.00
Tubería p15	140	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería p16	180	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería p17	12	50	150	0.20	0.10	0.31
Tubería p18	14.10	50	100	0.20	0.10	0.65
Tubería p20	184.90	50	150	0.19	0.10	0.29
Tubería p21	100	50	150	0.17	0.08	0.21
Tubería p22	147	50	150	0.16	0.08	0.20
Tubería p23	73	50	150	0.16	0.08	0.20
Tubería p24	160	50	150	0.16	0.08	0.20
Tubería p25	140	50	150	0.16	0.08	0.20
Tubería p26	60	50	150	0.16	0.08	0.20
Tubería p28	80	50	150	0.09	0.04	0.07

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería p29	70	50	150	0.09	0.04	0.07
Tubería p32	120	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería p33	160	50	150	0.04	0.02	0.02
Tubería p35	73	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería p37	60	50	150	0.03	0.02	0.01
Tubería p38	24	50	150	0.02	0.01	0.00
Tubería p39	156	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería p42	140	50	150	-0.05	0.03	0.03
Tubería p43	160	50	150	-0.07	0.03	0.04
Tubería p47	76	50	150	-0.11	0.05	0.10
Tubería p48	80	50	150	-0.20	0.10	0.32
Tubería p49	40	50	150	-0.42	0.22	1.23
Tubería p50	76	50	150	-0.42	0.22	1.23
Tubería p51	74	50	150	-0.42	0.22	1.23
Tubería p53	72.38	50	150	-0.02	0.01	0.00
Tubería p54	73.03	50	150	0.00	0.00	0.00
Tubería p55	31	50	150	0.21	0.11	0.34
Tubería p56	40	50	150	0.21	0.10	0.32
Tubería p59	34	50	150	0.39	0.20	1.05
Tubería p60	86	50	150	0.38	0.19	0.98
Tubería p63	12.21	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería p64	14.10	50	100	0.01	0.01	0.01

ID Línea	Longitud m	Diámetro mm	Rugosidad	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérd. Unit. m/km
Tubería p65	12.21	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería p66	100	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería 1	40	50	150	-0.04	0.02	0.02
Tubería 2	120	50	150	0.10	0.05	0.09
Tubería 3	78	50	150	0.20	0.10	0.30
Tubería 4	80	50	150	0.21	0.10	0.32
Tubería 6	100	50	150	-0.01	0.01	0.00
Tubería 7	220	50	150	0.01	0.01	0.00
Tubería 8	40	50	150	0.16	0.08	0.20
Tubería 9	39	50	150	-0.07	0.04	0.05
Tubería 10	80	50	150	0.04	0.02	0.02
Tubería 11	47	50	150	0.05	0.03	0.02
Tubería 12	90	50	150	0.03	0.01	0.01
Tubería 13	60	50	150	0.02	0.01	0.01
Tubería 5	0.1	50	150	0.42	0.22	1.30

Fuente: Elaboración propia. Epanet (2019)

El menor diámetro utilizado es de 2 pulg que equivalen a 50 mm, aunque algunas tuberías no cumplen con las velocidades establecidas en las normas de INAA que deben estar entre 0.40-m/s -2 m/s por lo que se propone que el agua se suministre por sectores para ubicar válvulas de pase y de esa manera abastecer a toda la población y tener control del flujo. También, se colocarán válvulas de limpieza para prevenir la acumulación de sedimentos en las tuberías.

Cuadro N° 48. Componentes de la red de distribución

CANTIDAD	ACCESORIOS EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN
7	válvula de compuerta 2"
8	válvula de limpieza 1 ½
10	tee 2"
8	reductor de 2"-1 1/2"
26	codos de 45 de 2"

Fuente: Elaboración propia.

4.18 Costos del sistema

El costo total del proyecto será de C\$ 6,060,353.01 (seis millones, ciento cuarenta y cinco mil, trescientos cincuenta y tres, punto cero uno). Los cuales se dividieron en las siguientes etapas:

- Preliminares: C\$ 408,841.91
- Línea de conducción: C\$ 90,177.50
- Línea de distribución: C\$ 2,228,024.06
- Tanque de almacenamiento: C\$ 911,984.70
- Fuente y obras de toma: C\$ 863,486.29
- Estación de bombeo: C\$ 1,192,790.13.
- Conexiones: C\$ 418,820.00.
- Planta de purificación: C\$ 16,968.76
- Limpieza y entrega: C\$ 14,259.66

La estimación de los costos del proyecto, constituye uno de los aspectos

centrales del proyecto, tanto por la importancia de obtener el costo real del proyecto, así como, el conocer como estarán distribuidos los costos directos dentro de los cuales tenemos, mano de obra, materiales, transporte y equipo, De la misma manera, dominar los costos indirectos y las utilidades. Del buen cálculo de estos costos dependerá la determinación de la rentabilidad del proyecto.

Para el cálculo de los costos antes mencionados se tomarán como guías bases: el catálogo de etapas y sub-etapas del FISE¹⁶, para proyectos de sistemas de agua potable y las normas de rendimiento horario del FISE. Y se aplicara el IVA¹⁷ y el IM¹⁸ al costo de los materiales del proyecto.

Todos los costos deben considerarse en términos reales y para ello debe considerarse el factor tiempo en el análisis. Dependiendo del tipo de proyecto que se evalúa, deberá trabajarse con costos totales o diferenciales esperados a futuro.

4.18.1 Consideraciones para la elaboración del presupuesto

Los precios definitivos y reales son específicos para el proyecto. Los costos reflejados en este proyecto se encuentran a nivel de costos directos, con referencia a la comunidad de Coyusne municipio de Teustepe.

4.18.2 Beneficios del proyecto

El proyecto no tiene razón de ser, si no genera beneficios que sean mayores que los costos que implica conseguirlos. Más aún, todo costo que se aplique en un proyecto debe ser consistente con los objetivos establecidos, los cuales se

¹⁶ Fondo de inversión social de emergencia.

¹⁷ Impuesto de valor agregado.

¹⁸ Impuesto municipal

concretan en beneficios. Sin embargo, el análisis de beneficios es una materia compleja en tanto surgen dificultades en varios planos: en la identificación, en la medición o cuantificación en el momento en que se producen, en los beneficiarios que se apropian de los beneficios. (SNIP, 1996)

4.18.3 Identificación de beneficios

Los beneficios del proyecto están en estrecha relación con los problemas detectados. Y dieron origen a los objetivos planteados en el proyecto.

Beneficios:

- a) Disminución tiempo ocupado en acarreo de agua.
- b) Mejorar el abastecimiento de servicios sanitarios para reducir las enfermedades que derivan de la falta de agua o del empleo de aguas infectadas.
- c) Aumento de la cantidad de agua disponible, satisfacer el crecimiento de la demanda de agua.
- d) Acceso a agua potable segura y limpia; acrecentando el bienestar económico y social y, mejorando la efectividad económica en el aprovisionamiento de los servicios
- e) Aumento en la continuidad de la disponibilidad de agua.
- f) Mayores posibilidades productivas.
- g) Mejoramiento posibilidades productivas.
- h) Beneficios para la salud pública.
- i) Incremento en el valor de la propiedad.

4.18.4 Relación costos- beneficios

Dado el hecho de que los proyectos de agua sean de inversión pública. Y que debe establecerse su consistencia con las políticas y estrategias del sector.

La razón de ello es la siguiente: El agua es un tema de estado, es decir, que por la importancia que tiene para el desarrollo de un país, y el desarrollo de sus comunidades. Normalmente, los proyectos de inversión pública, no se ejecutan buscando rentabilidad, sino tratando de solucionar los problemas del país.

4.19 Especificaciones técnicas

4.19.1 Fuente de abastecimiento

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales:

- Suministrar agua en cantidad suficiente para abastecer la demanda de la población durante el período de diseño considerado.
- Mantener las condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

4.19.2 Acabado del pozo perforado Sello sanitario

Con el fin de evitar la contaminación de las aguas subterráneas, por la introducción directa de las aguas superficiales, a través del empaque de grava, el espacio anular limitado por la cara exterior del ademe, y las paredes naturales del agujero, comprendido entre la superficie del suelo y el nivel superior del

empaque de grava, se colocará un sello sanitario.

En el presente caso, el sello sanitario estará compuesto según se describe abajo.

- ✓ Capa de arcilla compactada mediante un proceso de pisoteado, de cinco (5) pies de espesor, descansando directamente sobre la grava del empaque.
- ✓ Capa de lechada de cemento, de tres (3) pies de longitud, sobre yaciendo la capa de arcilla compactada mencionada en el punto 1. Esta capa alcanzará la boca del contra pozo.
- ✓ La lechada deberá estar proporcionada con la cantidad mínima de agua (no más de cinco (5) galones por pie cúbico de cemento), que es la proporción requerida para dar a la mezcla una consistencia que permita colocarla debidamente.
- ✓ A la lechada se le deberá agregar hasta 8% en peso, de polvo de aluminio o bentonita, para evitar el encogimiento. El proceso del sellado deberá ser hecho en forma continua y de tal manera que prevea el llenado completo del espacio anular en una sola operación. Ningún trabajo será permitido en el pozo, dentro de las 72 horas de fraguado, aprobado por el Ingeniero, el período anterior puede ser reducido a 24 horas.
- ✓ La lechada se colocará con el auxilio de una tubería cuyo diámetro no será menor de 1 ¼ de pulgada y de una longitud tal, que llegue hasta el fondo del espacio anular que será sellado.

4.19.3 Equipo de bombeo

El Equipo de bombeo será del tipo sumergible, siendo sus características de operación las siguientes:

Cuadro N° 49.Datos generales del equipo de bombeo.

Concepto	Propuesta
Caudal	10.97 GPM
CTD	167.33 pies
Longitud de la columna	18.35m
Potencia de la bomba	0.5 HP
Potencia del motor	0.5 HP

Fuente: Elaboración propia (2019).

4.19.4 Bomba

Los tazones de la bomba podrán ser de acero inoxidable, hierro dúctil o hierro fundido de grano fino, teniendo una resistencia mínima de 30,000 libras por pulgada cuadrada. La resistencia del material seleccionado para la construcción de los tazones deberá tener relación directa con la carga total dinámica de la bomba. Además, deberán estar libres de ampollas, picaduras o cualquier otro defecto; haber sido maquinados con precisión y ajustados a dimensiones exactas.

Se deberá especificar la curva de operación, la cual será planteada a las mismas revoluciones con que gira el motor eléctrico a que irá acoplada.

Se requiere que la bomba sea seleccionada en real punto de máxima eficiencia o ligeramente a la derecha del mismo.

La bomba debe estar dotada de un sensor de mínimo y máximo nivel de bombeo.

4.19.5 Motor

El motor sumergible deberá tener un cuerpo externo de acero inoxidable, deberá tener doble sello de hule para evitar que entre agua contaminada y/o arena en su interior. No se permite la utilización de sello metálico para lograr este objetivo.

La tubería de columna con diámetros de 50 mm (2") debe ser de hierro galvanizado, cedula 41. Esta debe suministrarse en tramos de 20 pies. Cada tubo debe traer roscas y camisas de unión en ambos extremos. Las roscas deben venir cubiertas por un protector plástico o metálico para evitar daños durante el transporte.

4.19.6 Cable de alimentación

El cable de alimentación del motor eléctrico sumergible debe ser No.6 x 3 y No.14 x 3 AWG. Debe ser propio para instalaciones que están en contacto directo con el agua. Cada conductor debe estar forrado con un aislamiento de hule (rubberinsulated); también los conductores, en conjunto, deben estar recubiertos por un forro de hule de alta resistencia mecánica y de gran aislamiento eléctrico.

4.19.7 Válvulas de retención vertical

Las válvulas de retención vertical deben estar fabricadas con un material tal, que soporte el golpe de ariete de los equipos de bombeo, los cuales estarán instalados a una profundidad igual a la carga total dinámica. Debe garantizarse que estas no se descarguen cuando el equipo de bombeo no esté operando.

4.19.8 Codo de descarga

El codo de descarga requerido es un plato soporte de 250 x 200 mm de diámetro exterior y un espesor no menor de 25 mm de HG, más un codo de 90°x75 mm HG. Este debe tener la capacidad de soportar la carga estática y dinámica del equipo de bombeo.

Dicho plato debe tener agujeros que permitan la introducción del cable de alimentación eléctrica del motor, así como, la introducción de tubería PVC de una pulgada. Esta última será utilizada como tubo Piezométrico.

La tubería de columna irá roscada directamente al codo de descarga.

4.19.9 Sarta de la bomba

El diámetro de la sarta será de 50 mm y la tubería a usar será de hierro galvanizado. Dicha sarta se conectará a la línea de impulsión de pvc (2").

Dicha sarta contendrá:

Cuadro N° 50. Accesorios de la sarta de bombeo

1	válvula de aire 1"
2	tee 2x2 hf
2	unión dresser universal 2"
1	medidor maestro hf 2"
1	válvula check hf 2"
1	manómetro de carga 2000 psi
1	válvula de pase hf 2"
2	codos de 45 2" hg
6m	tubería hg

Fuente: Elaboración propia (2019).

4.19.10 Válvula de compuerta con bridas

Serán fabricadas conforme a las normas AWWA C-509, con hierro nodular (HN) que cumpla la norma ASTM A-536, con compuerta de doble disco, asientos paralelos de bronce, vástago de bronce o acero inoxidable.

Las válvulas vendrán provistas de rueda con cierre en el sentido de las agujas del reloj para operarlas; llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector y tendrán bridas en los extremos según especificaciones AWWA C-111. Deberán ser diseñadas para soportar una presión de trabajo de 250 PSI. Se recomienda la marca Apolo o equivalente.

4.19.11 Válvulas de retención horizontal (válvula check)

Esta válvula deberá operar abierta normalmente en condiciones de flujo normal. Cuando la presión de salida exceda a la presión de aguas arriba, la válvula deberá cerrar lentamente controlando la velocidad de su apertura en prevención del golpe de ariete. Llevarán colocadas en relieve el diámetro nominal, la presión nominal, el material, la marca de fábrica y la flecha indicando el sentido de la corriente, tendrán interior y exteriormente un revestimiento protector. La presión de trabajo deberá ser mínimo 200 psi. Las bridas serán conformes las especificaciones AWWA C-508. Se recomienda la marca Apolo o equivalente.

4.19.12 Medidor maestro

Serán del tipo medidor de velocidad con hélice propulsada, de esfera seca y lectura tipo recta con rodillos de cifras saltantes. En términos generales, deberán cumplir con las normas AWWA C-794-70.

La indicación de totalizador deberá tener por lo menos seis (6) rodillos de cifras. Los primeros cinco rodillos indicarán metros cúbicos enteros hasta 99.99 metros cúbicos y el sexto rodillo indicará décimas de metros cúbicos. La indicación de

las centésimas de metros cúbicos (10 litros) podrá ser hecha mediante aguja indicadora que gire en el sentido horario en círculo dividido en diez partes iguales mediante un séptimo rodillo de cifra. La totalización máxima será de 100,000 metros cúbicos, mientras que la lectura mínima será de diez litros.

Los medidores tendrán sus bocas de unión solidaria a la caja y provista de bridas del tipo redondo conforme ASA B.16.1-1960 clase 125, que especifique la perforación del diámetro y su espesor. Cada boca traerá su respectivo compañero de brida (COMPANION FLANGE) provisto de rosca hembra IP según ASA B.2.1 1960.

Los ejes, piñones y cojinetes del tren de engranaje deberán ser de materiales durables y anticorrosivos. Los piñones estarán sujetos, engranarán completamente entre sí y se

deslizarán libremente. Los cojinetes estarán afianzados de tal manera que no podrán abandonar su posición y serán fácilmente reemplazados.

Los medidores traerán las siguientes marcas:

- ✓ Tamaño nominal en ambos lados de la caja fundido en alto relieve.
- ✓ Dirección de la corriente en ambos lados de la caja fundidos en alto relieve.
- ✓ Marca abreviada del fabricante con el número de fabricación en la tapa o en la cabeza, en el anillo de sujeción del cristal.
- ✓ Sentido de la regulación fundido en alto relieve.

Deberán venir provistos de dispositivos para sello de alambre y será accesible desde el exterior sin necesidad de desarmar el contador. Traerán tapa protectora de bronce que cubra el cristal y rebatible 180 grados.

4.19.13 Manómetro de carga

Deberá ser adecuado para medir presiones entre 0 y 14 kg/cm², sistema Bourdon. Será del tipo ASHCROTT DURAGAGE AND ACCESORIES, iguales o similares a los manufacturados por Maming, Max Well y More, Inc. Stroford, Comertiend, U.S.A. con escala circular de 4 - 1/2" de diámetro carátula blanca con números negros, con lectura doble en kg/cm² y en metros de columna de agua. Estarán provistos de un tubo de bronce fosforado.

4.19.14 Equipo Desinfección de Agua

Se deberá instalar una bomba eléctrica para dosificar cloro con capacidad de 12 galones por día con una presión de 80 psi, con bomba dosificadora eléctrica de 70 Glns. La conexión eléctrica será de 115 volt/50 – 60 Hz. Se suministrará un tanque donde se preparará la solución de cloro, con hipoclorito de calcio. La capacidad deberá ser tal que puedan desinfectar el agua por un periodo de 24 horas continuas.

4.19.15 Caseta de bombeo

4.19.16 Limpieza inicial

Esta sección comprende todo lo relacionado con remoción, desalojo y disposición final de todos los materiales producto de la limpieza y/o desbrozo de todas las áreas en donde se realizarán las obras definitivas del proyecto. Este trabajo comprende la eliminación y despeje del terreno de todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tacones y hojarasca, para así facilitar el trabajo y evitar todo daño o deformación de las obras.

Las labores de limpieza y desbroce se harán de una sola vez en toda el área de implantación de la caseta. Cabe hacer notar, que este rubro no incluye la

remoción de la capa vegetal.

4.19.17 Concreto

$F'c = 150 \text{ kg/cm}^2$. Se utilizará en acera. El revenimiento máximo será de 12 cm.

Se deberán cumplir las normas mínimas constructivas del Reglamento Nacional de la Construcción.

En la fabricación, transporte y colocación del concreto deberán cumplirse todas las recomendaciones del American Concrete Institute (A.C.I.), contenidas en el último Informe del Comité A.C.I. 301.

4.19.18 Materiales Cemento

El cemento a utilizarse en la preparación de mezclas de hormigón, será de una marca conocida de cemento Portland Tipo I, y deberá cumplir en todo con las especificaciones ASTM-C-150-69.

Deberá llegar al sitio de la construcción en sus empaques originales y enteros, ser completamente fresco y no mostrar señales de endurecimiento. Todo cemento dañado o ya endurecido será rechazado por el Inspector. El cemento se almacenará en bodegas secas, sobre tarimas de madera, en estibas de no más de 10(diez) sacos.

4.19.19 Agua

El agua a emplear en la mezcla de concreto deberá ser potable y limpia, y estar libre de grasas y aceites, de materia orgánica, sales, ácidos, álcalis o impurezas que puedan afectar la resistencia y propiedades físicas del concreto o del refuerzo. Deberá ser aprobada previamente por el Ingeniero Supervisor.

4.19.20 Agregados

Entiéndase por agregados, la arena y grava empleados en la mezcla del concreto, los cuales deberán ser clasificados según su tamaño, y deben ser almacenados en forma ordenada para evitar que se revuelvan, se ensucien o se mezclen con materiales extraños. Deben cumplir con todas las especificaciones de la A.S.T.M. para los agregados de concreto designación C-33-67.

La grava deberá ser limpia, pura y durable, el tamaño máximo permitido de agregado grueso será de 1/5 (un quinto) de la dimensión mínima de la formaleta de los elementos, o de 3/4 (tres cuartos) del espaciamiento libre entre varillas de refuerzo, según recomendaciones de la Norma ACI-211.1-81.

La arena deberá ser limpia, libre materia vegetal, mica, limo, materias orgánicas, etc. La calidad y granulometría de la arena debe ser tal que cumpla con los requisitos de las especificaciones A.S.T.M. C-33-59. Para que permita obtener un concreto denso sin exceso de cemento, así como, de la resistencia requerida.

4.19.21 Bloques de concreto hueco

Tendrán un tamaño de 15cm x 20cm x 40cm, color y textura uniforme. La resistencia mínima del bloque a la compresión será de $F_y = 55 \text{ kg./cm}^2$ (780 psi).

El bloque deberá ser curado totalmente antes de salir de la fábrica y en el transporte se tomarán precauciones para evitar descascaramientos y fracturas. Los bloques deberán presentar superficies y cantos nítidos y duros. Sus dimensiones serán como se indiquen en los planos.

4.19.22 Acero

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. (20x12 cm.) en refuerzos.

4.19.23 Repellos y finos

Este capítulo abarca todos los trabajos del proyecto que conlleven la actividad de repello y afinado de superficies, es aplicable a todos los elementos que componen el presente proyecto.

Las superficies de concreto que deben repellarse, serán piqueteadas totalmente para asegurar la adhesión del mortero. No se permitirá piquete salteado. En lugar del piqueteado, se podrá utilizar productos químicos aprobados que garanticen la adherencia. Deberá usarse recubrimientos en muros de bloque a base de mortero cemento-arena, proporción. 1: 4 (interior y exterior).

El repello deberá protegerse bien contra secados muy repentinos y contra los efectos del sol y viento hasta que haya fraguado lo suficiente para permitir rociarlo con agua. Se curará durante siete (7) días con abundante agua.

El fino se aplicará a golpes de llana de madera, sobre la superficie repellada, dándole el espesor mínimo necesario para cubrir las desigualdades de la superficie, puliéndola enseguida. Las superficies deberán rociarse con agua por lo menos durante tres días.

4.19.24 Estructura de techo

Este trabajo comprende el suministro de equipo, mano de obra, materiales, herramientas y servicios necesarios para llevar a cabo la construcción de la estructura de techo de acuerdo con los planos constructivos y estas especificaciones.

4.19.25 Construcción

Durante la construcción de la viga corona, se deberán instalar las platinas con forma, dimensiones y sitios indicados en los planos. Al terminar el fraguado de la viga corona, las platinas deben estar bien empotradas a la viga.

Terminada esta actividad, se procederá a la pintura de la estructura, esperar que seque, y ya está lista para recibir la cubierta de techo.

4.19.26 Cubierta de techo

Se suplirán todos los materiales, mano de obra y accesorios necesarios para construir los techos libres de filtraciones. El tipo de lámina a instalar deberá tener acero SAE100 de bajo contenido de carbón grado A con límite de fluencia mínimo de 33,000 psi bajo norma A.S.T.M. A-446, con un recubrimiento de 55% de Aluminio, 43% de Zinc y 1.5% de Silicio. Aluminizado por medio de un proceso de inmersión continua. El calibre de la lámina deberá ser de Clase 26. Esta lámina deberá tener al menos una capa de AZ50, equivalente a 0.1542 kg./m² en ambas caras de la lámina.

4.19.27 Acabado y pintado

Se le darán dos manos de pintura anticorrosiva color rojo, esperando que la primera seque completamente para aplicar la segunda capa, no se deberán dejar rebabas de pintura ni espacios sin pintar, la aplicación de estas capas debe ser pareja, de tal forma que se observe una lámina lisa y uniforme de pintura y color.

4.19.28 Piso

Este acápite implica el suministro e instalación de todos los materiales y mano de obra necesarios para la correcta instalación y acabado del piso.

El tipo de ladrillo de cemento a utilizar es el tipo corriente color rojo de 0.25m x 0.25m y 3.00 cm. de espesor. El ladrillo terrazo es el mismo ladrillo terrazo comúnmente conocido. Los ladrillos deben colocarse sobre la superficie nivelada bien alineados y afirmados en su lugar pegándoles ligeramente en el centro con un mazo de madera o caucho.

4.19.29 Suministro e instalación de tuberías y accesorios

Comprende el suministro de todos los materiales, herramientas, equipo, mano de obra y dirección técnica necesarios para instalar las tuberías, con válvulas y accesorios, de acuerdo con lo aquí especificado e indicado en los planos correspondientes. Las actividades constructivas incluyen: replanteo topográfico, limpieza inicial, excavación, relleno y compactación, encofrado y arriostramiento de zanjas, remoción de agua, instalación de tubería y accesorios, estructuras y aditamentos especiales.

4.19.30 Tuberías y accesorios de Cloruro de Polivinilo (PVC)

Toda la tubería plástica a emplear será Tipo I, Grado I (12454-B) conforme a la especificación ASTM D-1784 "Compuestos de Cloruro de Polivinilo Rígido y Clorinado".

La tubería deberá haber sido fabricada de acuerdo a las normas CS-256-71 ó ASTM D- 2241-73 "Tubería Plástica de Cloruro de Polivinilo (PVC)". La tubería se adquirirá en piezas de longitud estándar de fabricación de 6.0 metros (20 pies).

Los tubos con diámetros iguales o menores de 50 mm (2"), tendrán extremos del tipo espiga y campana para ser unidos entre sí mediante el empleo de juntas cementada. Para su unión se usará cemento solvente, consistirá en una solución de PVC clase 1254-B, el cual deberá cumplir con la norma ASTM-D-2564-72. Los tubos con diámetros iguales o mayores de 50 mm (2") se unirán con junta

rápida (Push-on-joint) integral con el tubo y provista de empaque de hule.

Los accesorios de PVC serán cedula 26 y deberán cumplir con las normas ASTM-D- 2466-69. Los accesorios de empaque de goma deberán cumplir la especificación ASTM D-3212 y estar capacitados para acoplarse con las tuberías, de acuerdo al sistema de unión seleccionado.

4.19.31 Tuberías y accesorios de Hierro Galvanizado (HG)

La tubería de hierro galvanizado será del tipo estándar cedula 41, debiendo ajustarse a las especificaciones ASTM 120-65 y ASTM A 90-39. Será suministrada en longitud de 6 metros, con rosca estándar en cada extremo y las respectivas uniones. Esta última consistirá en una camisa de hierro galvanizado con rosca standard para roscarse en el extremo del tubo. Los accesorios de hierro galvanizado se ajustarán a las especificaciones ASTM, tendrán rosca hembra del tipo IRON PIPE (I.P.) y deberán ser diseñados para acoplarse a tubería de HG.

4.19.32 Válvulas

Todas las válvulas y accesorios deben ser del tamaño indicado en los planos y siempre que sea posible todo el equipo del mismo tipo deberá ser de un mismo fabricante. Las válvulas y accesorios llevarán el nombre del fabricante, la dirección del flujo y la presión de trabajo, moldeadas en letras en alguna parte visible de la pieza.

4.19.33 Válvulas de compuerta HF

Serán fabricadas conforme a las normas AWWA C-509, con hierro nodular (HN) que cumpla la norma ASTM A-536, con compuerta de doble disco, asientos paralelos de bronce, vástago de bronce o acero inoxidable.

Las válvulas vendrán provistas de rueda con cierre en el sentido de las agujas del reloj para operarlas; llevarán interior y exteriormente un revestimiento protector y tendrán bridas en los extremos según especificaciones AWWA C-111 para acoplarse con tubería HF y extremos lisos para acoplarse con tubería PVC. Deberán ser diseñadas para soportar una presión de trabajo de 250 PSI. Se recomienda la marca Apolo o equivalente. Las válvulas con conexiones bridadas serán instaladas en la sarta de los equipos de bombeo y conexiones de tanque; las de extremos lisos en las líneas de conducción y red de distribución.

4.19.34 Válvulas de compuerta de bronce

Las válvulas de 50 mm (2") de diámetro o menores serán de bronce, tendrán extremos de rosca hembra que se unirán mediante adaptadores machos a las tuberías de PVC.

4.19.35 Válvulas de aire y vacío

Válvulas de aire y vacío serán instaladas en la tubería de impulsión. Estarán diseñadas para permitir el escape de grandes cantidades de aire retenidas en el sistema presurizados. El área del orificio de descarga deberá ser igual o mayor que el orificio de entrada de la válvula. La válvula consistirá de un cuerpo, cubierta, deflector (baffle), flotador y asiento. El deflector deberá ser diseñado para proteger al flotador del contacto directo con la embestida del aire y agua, previendo que el flotador produzca el cierre prematuro en la válvula. El asiento deberá ser sujetado con la cubierta de la válvula sin distorsión y deberá ser fácilmente removido cuando sea necesario. (Véase detalles de instalación en plano típico).

4.19.36 Juntas Dresser

Serán de Hierro Fundido y servirán de acople o unión directa entre los accesorios de H.G. de extremos lisos y los extremos maquinados de la tubería

de PVC.

4.20 Instalación de tubería y accesorios

4.20.1 Excavación de zanjas

La excavación de la zanja se efectuará de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. El fondo de la zanja se conformará de tal forma que resulte un apoyo uniforme y continuo para la superficie inferior del tubo y óptimo para acomodar las campanas o juntas. La alineación de la tubería se hará de acuerdo a la línea indicada en los planos, o donde lo decida el ingeniero a cargo, quien podrá ordenar cambios en la alineación donde lo estime conveniente. Si en el fondo de la zanja se encuentran materiales inestables tales como basura o materiales orgánicos, deberán ser removidos y sustituidos por material granular.

4.20.2 Instalación de tuberías

La instalación de tuberías se efectuará con herramientas y equipos apropiados para este fin. La instalación de tuberías y los accesorios de PVC será de acuerdo con especificaciones recomendadas por el fabricante. Las tuberías a instalar en la red de distribución serán de PVC SDR-26, teniendo diámetros comprendidos entre 50 mm (2"). La instalación de la tubería se hará a 0.70 metros bajo la superficie del terreno.

4.20.3 Instalación de válvulas

En los sitios indicados en los planos se instalarán válvulas de compuerta. Estas deberán instalarse sobre bases de concreto con varillas de anclaje de acuerdo con los detalles indicados en los planos. Toda válvula deberá ser instalada de tal forma que la tuerca para operar quede en posición vertical. Las cajas de protección de las válvulas se instalarán a nivel con la superficie del terreno.

4.20.4 Remoción de agua

Se utilizará bombas u otro tipo de equipo para remover el agua de las zanjas u otras excavaciones. Se requiere que toda zanja se mantenga seca y no se permitirá que la tubería o alguna estructura sean colocadas en presencia de agua.

4.20.5 Relleno y compactación

Las zanjas no deberán rellenarse hasta que la tubería sea sometida a una prueba hidrostática. Para relleno solamente deberá usarse materiales seleccionados provenientes de la excavación. El relleno será colocado y apisonado en capas que no excedan los 10.0 cm. Si los materiales de la excavación no son aptos para el relleno, deberá colocarse material apto para este fin. No se permitirán piedras en el relleno alrededor del tubo y las piedras de más de 0.10 cm serán extraídas de todo relleno, lo mismo que madera, basura y materia orgánica.

4.20.6 Disposición de materiales excavados

Los materiales extraídos de la zanja serán colocados y dispuestos de tal manera que no obstruyan el tráfico de vehículos y peatones en los caminos o entradas a las casas.

4.20.7 Bloques de reacción

Deberán colocarse bloques de reacción en los puntos donde los accesorios (tee, reductores, codos, etc.) sean de diámetro de 2" o mayor. Todos los bloques de reacción se construirán en tierra firme y las dimensiones de estos deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos.

4.20.8 Cruce de cauces

Cruces de alcantarillas y cauces se harán en los sitios indicados en los planos y de conformidad con los detalles en ellos indicados.

4.20.9 Restauración de superficies

Deberá restaurarse a su condición original toda superficie removida durante la ejecución de la obra, incluyendo calles, caminos de acceso, etc.

4.20.10 Conexiones domiciliarias

La alineación de las conexiones deberá hacerse a 90° respecto a la tubería de alimentación de la conexión.

La perforación de la tubería de alimentación se hará en un costado del tubo. Antes de colocar la abrazadera o silleta el tubo debe limpiarse para dejar una superficie uniforme y lisa donde se ajuste completamente el accesorio.

Las tuercas de la abrazadera deben presionarse uniformemente y lo suficiente para garantizar una conexión hermética, pero que no llegue a ocasionar ruptura de la tubería. Después de efectuada la perforación del tubo deberán removerse los restos de material que puedan haber quedado.

4.20.11 Tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo sobre suelo con una capacidad de 20 m³ (5,000 galones) este cumple la demanda de almacenamiento al final del período de diseño del proyecto.

El concreto ciclópeo consistirá de un 70.0% de concreto Clase A (210.0 kg/cm²)

y un 30.0% de piedra bolón cuyo tamaño, será según el inciso 2.2 del 5.4.2 de estas especificaciones. Preferiblemente esta piedra deberá ser angulosa y con superficies ásperas.

La piedra se deberá colocar sin dañar la formaleta y el concreto y cada piedra deberá quedar rodeada de una capa de concreto de no menor de 15.0 cm de espesor.

Las caras interiores serán acabadas empleando preferentemente aditivo impermeabilizante aprobado por la supervisión.

El impermeabilizante en la aplicación de 2 capas de repello y fino directo: la primera de 1 cm. de espesor, preparada con mortero de cemento, arena en proporción 1:3 y el aditivo impermeabilizante y la segunda con mortero 1:1 preparado igualmente con el aditivo.

Para la aplicación de aditivos se debe seguir estrictamente lo establecido por el fabricante del aditivo.

La estructura que se construya debe ser impermeable, independientemente de su condición de enterrado, semienterrado o superficial, para ello se debe realizar pruebas de estanqueidad a las estructuras, para lo cual se recomienda el siguiente procedimiento:

Antes de proceder al acabado interior, la estructura será sometida a la prueba hidráulica para constatar su impermeabilidad, para ello será llenada con agua hasta su nivel máximo por un lapso de 24 horas como mínimo. En caso que no se presenten filtraciones se ordenará descargarlo.

En caso que la prueba no sea satisfactoria, se repetirá después de haber efectuado los resanes tantas veces como sea necesario para conseguir la impermeabilidad total. los resanes se realizarán picando la estructura, sin descubrir la armadura, para que pueda adherirse el concreto preparado con el aditivo aprobado por el supervisor.

La mezcla deberá hacerse en una mezcladora mecánica con no menos de 1 1/2 minutos de revolución continua, una vez que todos los ingredientes hayan sido introducidos dentro de la mezcladora. No se permitirá el uso de concreto que tenga más de 45 minutos de estar mezclado a menos que hayan utilizado aditivos especiales, autorizados por El Ingeniero. Se permitirá el uso de concreto premezclado siempre y cuando reúna las condiciones indicadas en estas especificaciones y esté de acuerdo a la especificación ASTM C-99.

El supervisor podrá autorizar la mezcla del concreto a mano; debiendo hacerse entonces sobre una superficie impermeable, (bateas, etc.) primero logrando una mezcla de aspecto uniforme y agregando después el agua dosificadamente, en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo. Se tendrá especial cuidado durante la operación de no mezclar con tierra e impurezas. No se permitirá hacer la mezcla directamente sobre el suelo

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ♦ Se determinó que la población de la comunidad solo cuenta con un pozo y pequeños arroyos, como principales fuentes de abastecimiento desde donde toca acarrear el líquido largas distancias por lo que es de gran urgencia para la comunidad, la construcción de este proyecto para mejorar sus condiciones de vida.
- ♦ Se encontraron los puntos más altos y bajos de la comunidad que son de gran importancia para conocer las presiones máximas y mínimas a las que estará expuesto el sistema.
- ♦ Se conocieron las longitudes entre puntos (pozo, tanque y nodos) para el análisis del sistema
- ♦ Se bombearán 8.41 (Ocho puntos cuarenta y uno) galones por minuto de un pozo perforado. El agua se impulsará por medio de equipo de Bombeo de tipo sumergible de potencia 3 Hp, con una capacidad de 20 (veinte) galones por minuto.
- ♦ El agua de la fuente de abastecimiento necesitará solamente tratamiento de desinfección por cloración.
- ♦ La línea de conducción bombeará agua de la fuente hasta el tanque de almacenamiento. Existiendo una longitud entre estos dos puntos de 190 (ciento noventa) metros de tubería de PVC SDR 26 con un diámetro 2 pulgadas.
- ♦ Se utilizarán dos equipos de bombeo, uno para el periodo 2019-2029, y

otro para el periodo 2029 – 2039.

- ♦ Se almacenarán 20 (veinte) m³ de agua por día. Volumen de agua que fue determinado mediante el cálculo de proyección de población para el periodo 2019 -2039, seguido del cálculo del consumo máximo diario para dicho periodo el cual es de 0.78 (Cero punto setenta y ocho) litros por segundo.
- ♦ El tanque de almacenamiento será de forma trapezoidal sobre suelo, con una altura de (2.30 m), de (3.30 m) de ancho por (3.30 m) de largo ubicado en el punto más alto (310 msnm), en la comunidad de coyusne.
- ♦ La red de distribución diseñada tendrá una longitud total de 4973 (cuatro mil novecientos sesenta y tres) metros lineales de tubería, de 50 mm (2”) y el material será de PVC SDR 41.
- ♦ El costo total del proyecto será de C\$ 6,145,353.01 (seis millones, ciento cuarenta y cinco mil, trescientos cincuenta y tres, punto cero uno).

5.2 Recomendaciones

- 1 Formar Comités de agua potable y saneamiento (CAPS).
- 2 Capacitar a los comités de agua potable y saneamiento antes durante y después de que sea concluida la obra. Sobre el costo que tendrá la obra y los beneficios que este traerá a la comunidad.
- 3 Instruir a los comités de agua potable y saneamiento, sobre el funcionamiento, mantenimiento y prevención de desperfectos de todos los elementos por los que está compuesto el proyecto.
- 4 Educar a la población por medio de campañas, sobre la importancia que tiene

el agua, para la mejora de la calidad de vida. Para evitar el desperdicio del vital.

- 4 Agregar tarjeteo para cuando se llegue a inspeccionar el pozo se tenga la información de este en cada visita así el técnico tendrá información en el sitio sobre el comportamiento del pozo.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. 09001-99, N. (1999). *Normas Tecnicas para el diseño de abastecimiento y potabilizacion de agua*.
2. Cassanova, L. (2010). *Curso completo de Topografia*.
3. Clara, M. R. (2005). *Analisis de calidad de agua para consumo humano y percepcion local de las tecnologias apropiadas para su desinfeccion a nivel domiciliario , en la microcuenca*. Turrialba, Costa rica.
4. INAA. (1998). Normas Rurales de Abastecimiento de Agua Potable. En INAA. Managua, Nicaragua.
5. López, M. (2009). *Sistema de abastecimiento de agua potable*.
6. Maldonado., M. I. (2004). *“TRANSPORTE, DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES”*. Managua.
7. Altamirano, I. B. (1998). *Ingeniería Económica. Managua: Impresiones Alfonso Cortez*.
8. Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, P. y. (1994). *Normas de Calidad de Agua para Consumo Humano. Costa Rica*.
9. Comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, P. y. (1998). *Norma técnica obligatoria nicaragüense norma para la clasificación de los recursos hídricos. Managua*.

- 10.FISE. (2012). *Metodología para proyectos de agua*.
- 11.FISE. (2012). *Catálogo de etapas y sub-etapas*.
- 12.FISE. (2012). *Costos unitarios complejos*. Managua: FISE.
- 13.FISE. (2012). *Costos unitarios primarios*. Managua: FISE.
- 14.Fise. (2012). *Guía de costos*. Managua: FISE.
- 15.FISE. (2012). *Manual de presupuesto de obras municipales*. Managua: FISE.
- 16.FISE. (2012). *Normas de rendimiento horario*. Managua: FISE.
- 17.INAA, I. N. (1998). *Normativas relativas al diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en el medio rural*. Managua, Nicaragua: INAA.
- 18.INIDE. (2005). *Instituto Nacional de Información para el Desarrollo*. Recuperado el 20 de febrero de 2013, de Instituto Nacional de Información para el Desarrollo: <http://www.inide.gob.ni/>
- 19.INAA. (2001). *Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua*. Managua (Nicaragua): INAA.
- 20.MTI. (2007). *Reglamento Nacional de Construcción*.
- 21.MTI. (2008). *Manual para la revisión de costos y presupuestos*. Managua

22. saneamiento., C. c. (2000). *Normas y criterios para la clasificación de los recursos hidricos. Managua.*
23. SNIP. (1996). *Metodología para proyectos de agua. Managua: SNIP.*
24. Tirado, V. (2010). *Apuntes de Ingeniería Sanitaria. Managua, Nicaragua.*
25. Mays, L. W. (2002). *Manual de sistema de distribucion de agua.*

ANEXOS

Anexo N° 1 Encuesta facilitada por el FISE

I. Características demográficas

1. ¿Cuántas personas viven en su hogar?

2. ¿Cuánto niños viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?

Cantidad	Edad (separe edad por medio de comas)

1. ¿Cuántas mujeres viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?

Cantidad	Edad (separe edad por medio de comas)

2. ¿Cuántos hombres viven en su hogar y cuál es la edad de cada uno?

Cantidad	Edad (separe edad por medio de comas)

II. Situación y demanda del servicio de agua potable.

3. ¿Cuenta con servicio de agua potable en su vivienda?

a. Si _____

b. No _____

4. ¿De dónde obtienen el agua que consumen en su hogar?

- a. Rio _____
- b. Pozo _____
- c. Quebrada _____
- d. Toma domiciliar _____
- e. Puesto publico _____
- f. De lluvia _____
- g. Otra fuente _____

5. ¿En caso de acarrear agua a su hogar qué distancia recorre en metros desde la fuente?

- a. 0-50 _____
- b. 50-100 _____
- c. 100-200 _____
- d. 200-300 _____
- e. 300-400 _____
- f. 400-500 _____
- g. 500- a mas _____

6. ¿Cuántos viajes realizan al día para llevar el agua a su hogar?

- a. 0 _____
- b. 1 _____
- c. 2 _____
- d. 3 _____
- e. 4 a mas _____

7. ¿Cuánto tiempo le toma acarrear el agua en horas?

- a. 0 _____
- b. 1 _____
- c. 2 _____
- d. 3 a mas _____

8. ¿Quién busca y acarrea el agua en su hogar?

- f. Mujeres _____
- g. Hombres _____
- h. Niños _____
- i. Todos _____

II. Características socio- económicas.

9. ¿Ingresos promedio mensuales en su hogar, en córdobas?

- a. 0-3,000 _____
- b. 3,001-5,000 _____
- c. 5,001-8,000 _____
- d. 8,001-10,000 _____
- e. 10,001-15,000 _____
- f. Mas _____

10. ¿Los jefes de familia de su hogar cuentan con un trabajo permanente?

- a. Si _____
- b. No _____

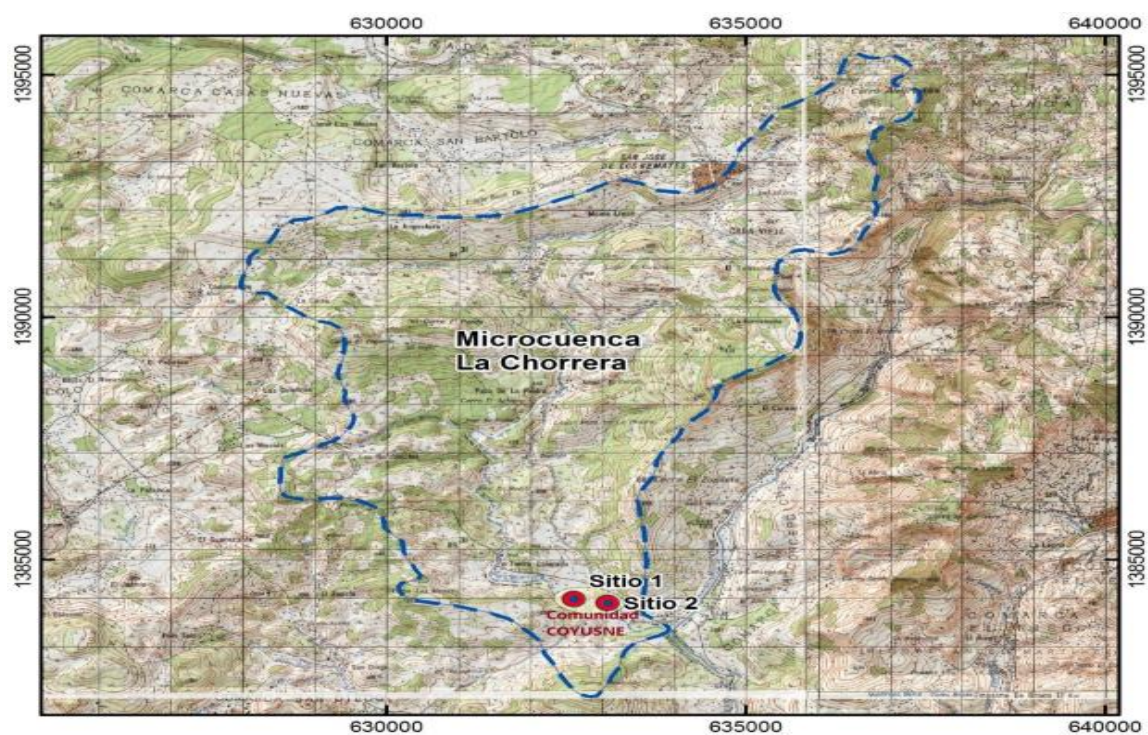
11. ¿Nivel de escolaridad de las personas que habitan en su hogar (número de respuestas acorde al número de habitantes de la vivienda)?

	Niños	Hombres	Mujeres	Adultos mayores
Primaria				

Secundaria				
Universitarios				
Técnicos				
Alfabetizados				
Ninguno				

FUENTE: FISE

Anexo N° 2. Descripción del sitio



Servicios hidroeléctricos Luis Felipe castillo. (2017).

Anexo N° 3. Fotografía de la entrada de la Comunidad Coyusne



Foto propia abril de 2018

Anexo N° 4. Foto de predio del pozo



Foto propia abril de 2018.

Anexo N° 5 Foto del predio del tanque.



Foto propia abril de 2018.

Anexo N° 6 Tendido eléctrico a una distancia menor a 200 m.



Foto propia abril 2018.

Anexo N° 7. Fuentes de agua superficiales



Tomada por : Ing. Enoc Seth Castillo

Anexo N° 8. Censo poblacional coyusne 2005

Municipio, Barrio, Comarca y Comunidad	Ambos Sexos	Hombre		Mujer		RDE	RNM
		Menor de 15 Años	De 15 Años y Más	Menor de 15 Años	De 15 Años y Más		
TEUSTEPE	26 265	5 101	8 125	4 884	8 155	74.6	42.9
Barrio	3 953	695	1 213	679	1 366	66.3	38.6
Sector - 1	870	151	268	158	293	67.6	42.7
Sector - 2	940	163	301	141	335	59.9	36.8
Sector - 3	1 102	192	338	198	374	64.2	35.7
Sector - 4	673	117	201	112	243	73.0	34.4
Sector - 5	368	72	105	70	121	75.2	50.0
Comarca	22 312	4 406	6 912	4 205	6 789	76.2	43.7
Micro Región I	3 694	769	1 138	696	1 091	80.6	47.9
La Cuesta	966	204	297	170	295	83.0	45.7
Las Limas	263	54	79	52	78	82.6	51.6
Aguas Calientes	247	40	76	49	82	79.0	40.7
Potreriños	641	109	216	113	203	63.5	38.2
Cusirinsa	550	122	167	89	172	71.9	40.8
La Joya	289	68	85	67	69	102.1	60.7
Llano Grande	542	130	153	119	140	94.3	58.1
Colón	196	42	65	37	52	94.1	81.6
Micro Región II	2 978	619	898	551	910	81.0	42.2
El Espino	219	46	63	42	68	82.5	42.9
Los Macías	210	36	66	42	66	81.0	35.4
Poza De La Piedra	79	12	29	12	26	54.9	22.2
La Concepción	144	32	51	17	44	69.4	37.5
Tierra Colorada	96	17	29	20	30	74.5	54.5
Coyusne No.1	82	17	25	11	29	82.2	10.0
Coyusne No.2	82	22	18	18	24	121.6	44.4
Coyusne No.3	115	21	32	21	41	79.7	34.5
San Diego	462	91	140	78	153	80.5	38.7
El Balsamo	418	93	130	78	117	82.5	54.6
El Jocote	204	42	65	32	65	59.4	28.6
El Aguacate	137	34	31	29	43	104.5	57.1
El Bramadero	170	34	51	40	45	91.0	70.3
San Jerónimo	306	68	92	55	91	80.0	41.6
San Rafael	76	18	25	16	17	94.9	40.0
El Potrerito	178	36	51	40	51	89.4	36.8
Micro Región III	2 701	512	869	542	778	75.8	44.4
El Escobillo	146	30	42	37	37	97.3	43.3
Cacao De Los Chavarría	324	64	115	56	89	72.3	44.9
Sonzapote	301	61	93	60	87	84.7	40.0
Candelaria	238	44	76	57	61	80.3	86.8
San Joaquín	438	90	132	87	129	76.6	36.7
El Zapote	195	45	53	36	61	82.2	50.0
Bajo Los Ramírez	247	52	80	48	67	81.6	57.4
Los Negritos	154	24	48	38	44	87.8	44.7
Cerro De Piedra	381	62	133	67	119	63.5	24.7
La Garita	84	19	25	15	25	71.4	52.6
El Quebrachal	193	21	72	41	59	55.6	36.2
Micro Región IV	3 732	804	1 140	746	1 042	81.5	49.3
Los Arados	95	19	35	15	26	66.7	56.5
Los Coreas	369	88	103	79	99	100.5	54.9
Las Jagüillas	426	90	126	99	111	87.7	49.0
El Mojón	259	57	80	55	67	86.3	55.2
La Laguna	178	42	62	26	48	74.5	54.8
Tomatoya	277	53	81	53	90	69.9	45.9
Tierra Blanca	143	32	48	21	42	68.2	48.5
Las Cañitas	905	176	287	189	253	78.5	52.4
Las Palomas	188	41	55	34	58	69.4	42.6
Monte Fresco	234	49	72	47	66	77.3	38.6
Maderas Negras	201	51	53	36	51	101.0	48.8
Sonzapote No. 3	105	28	28	22	27	110.0	43.5

Fuente: en cifras

Anexo N° 9. Tasa de crecimiento.

Estimacion de la tasa de crecimeinto		CENSOS (habitantes)			TASA DE CRECIM.
		Posterior	Anterior	actual	
		2005	1995	2017	
DEPARTAMENTO (rural)	BOACO	91,778	80,156		1.36%
MUNICIPIO (rural)	TEUSTEPE	7,961	5,824		3.18%
COMUNIDAD	COYUSNE	279		362	2.19%
TASA DE CRECIMIENTO A USAR :					2.50%

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 10. Proyección poblacional de coyusne

PROYECCION DE POBLACION COMUNIDAD COYUSNE MUNICIPIO DE TEUSTEPE, BOACO. 2017 - 2019				
Nº	Año	Población inicial	TAC	Población final
0	2017	362	2.50%	380
2	2019			
PROYECCION DE POBLACION COMUNIDAD COYUSNE MUNICIPIO DE TEUSTEPE, BOACO. 2018 - 2038				
Nº	Año	Población inicial	TAC	Población final
0	2019	380	2.5	380
1	2020			390
2	2021			400
3	2022			410
4	2023			420
5	2024			430
6	2025			441
7	2026			452
8	2027			463
9	2028			475
10	2029			487
11	2030			499
12	2031			511
13	2032			524
14	2033			537
15	2034			551
16	2035			565
17	2036			579
18	2037			593
19	2038			608
20	2039			623

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 11. Consumos

Año	Dotación de agua domiciliar	Pb	CD		CP		PF	
			Pop. * Dota.		7% x CD.		20% * (CD + CP)	
			l/d	l/s	l/d	l/s	l/d	l/s
2,019	60.00	380	22,819.58	0.26	1,597.37	0.02	4,883.39	0.06
2,024	60.00	430	25,818.25	0.30	1,807.28	0.02	5,525.11	0.06
2,029	60.00	487	29,210.99	0.34	2,044.77	0.02	6,251.15	0.07
2,034	60.00	551	33,049.55	0.38	2,313.47	0.03	7,072.60	0.08
2,039	60.00	623	37,392.53	0.43	2,617.48	0.03	8,002.00	0.09

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 12. Caudales de diseño

CPD		CMD		CMH		Almacenamiento	
Σ CD + CP + PF		[(CD+ CP) x 1.5] + PF		[(CD+ CP) x 2.5] + PF		35% x CPD	
l/d	l/s	l/d	l/s	l/d	l/s	l	m3
24,417.21	0.28	41,508.81	0.48	65,925.75	0.76	8,546.02	8.55
27,625.83	0.32	46,963.41	0.54	74,588.94	0.86	9,669.04	9.67
31,256.09	0.36	53,134.78	0.61	84,390.54	0.98	10,939.63	10.94
35,363.40	0.41	60,117.13	0.70	95,480.15	1.11	12,377.19	12.38
40,010.44	0.46	68,017.01	0.79	108,027.02	1.25	14,003.65	14.00

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 13. Información de la conducción.

TIPO DE BOMBA	SUMERGIBLE	$Q_{bombeo} = Q_{CPD} * \frac{24}{t_{bombeo}}$ $Eff_{total} = Eff_{bomba} * Eff_{motor}$
Q CPD	0.46 lps	
T bombeo	16 hrs	
Q bombeo	0.69 lps	
Nivel rebose	311.55 m	
Nivel minimo de bombeo	260.94 m	
Δ E	50.61 m	
Eff bomba	70%	
Eff motor	85%	
Eff total	60%	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 14. Información de columna de bombeo

Material	HG ^º	100
Nivel de terreno de pozo	279.29 msnm	$v = \frac{Q_{bombeo}}{\frac{\pi * \phi_{columna}^2}{4}}$
Nivel mínimo de bombeo	260.94 msnm	
L. columna	18.35 m	
φ columna	2.00 pulg	
Velocidad	0.34 m/s	
Pérdida en la Columna de bombeo	0.92 m	NTON - 09001-99
	3.01 pies	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 15. Información de sarta de bombeo

DIAM SARTA	2.00 pulg	<p>100</p> <p>Según caudal (NTON 09001-99)</p>
MATERIAL / C=	HG ^º	
Q bom	0.69 lps	
L sarta	3.00 m	
φ sarta	2.00 pulg	
Velocidad	0.35 m/s	

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 16. Estimación de pérdidas por accesorios

Cant	Accesorios	K	hf (m)	hf (pies)
1	Codo de 90°	0.9	0.0057 m	0.02 pies
1	Tee pase directo	0.6	0.0038 m	0.01 pies
1	Controlador de caudal	2.5	0.0159 m	0.05 pies
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0013 m	0.00 pies
1	Valv. de retencion	2.5	0.0159 m	0.05 pies
2	Codo de 45°	0.4	0.0051 m	0.02 pies
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0032 m	0.01 pies
1	Val. angulo abierta	5	0.0319 m	0.10 pies
Total pérdidas accesorios en la sarta:			0.0829 m	0.27 pies
hf en tub sarta =			0.0182 m	0.06 pies
Perd. Sarta (hf por tub + hf accesorios) =			0.1011 m	0.33 pies

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 17. Perdidas en línea de conducción.

Material	PVC	150
Q bom	0.69 lps	
L. conduccion	190.00 m	
φ tubo	2.0 pulg	
velocidad	0.35 m/s	
PERD. CONDUCCION	0.54 m	1.79 pies

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 18. Perdidas en entrada de tanque.

Material =	PVC	150
L. colum =	2.00 m	
φ tubo =	2.00 pulg	
Velocidad =	0.35 m/s	

Cantidad	Accesorio	K		
3	Codo de 90°	0.9	0.0172 m	0.06 pies
1	Entrada normal en tubo	0.5	0.0032 m	0.01 pies
1	Salida de tubo	1	0.0064 m	0.02 pies
1	Rejilla	0.75	0.0048 m	0.02 pies
1	Valv. compuerta abierta	0.2	0.0013 m	0.00 pies
1	-----	0	0.0000 m	0.00 pies
Perd. Por accesorio entrada tanque =			0.0328 m	0.11 pies
hf tub entrada =			0.0057 m	0.02 pies
Perd. Sarta (hf por tub + hf accesorios) =			0.0386 m	0.13 pies

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 19. Pérdidas totales.

	hf columna de bombeo=	0.917 m	3.01 pies
	hf LC=	0.544 m	1.79 pies
	hf SB =	0.101 m	0.33 pies
	hf tanque =	0.039 m	0.13 pies
	hf Total =	1.60 m	5.25 pies
CARGA TOTAL DINAMICA (diam 2")		52.211	m

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 20. Módulo de elasticidad de los materiales

Material	ϵ (km/m²)	K
Hierro y Acero	2.00E+10	0.50
Hierro Fundido	1.00E+10	1.00
Hormigon (sin Armar)	2.00E+09	5.00
Fibrocemento	1.85E+09	5.41
‘PVC’	3.00E+08	33.33
PE baja densidad	2.00E+07	500.00
PE alta densidad	9.00E+07	111.11

$$K = \frac{10^{10}}{\epsilon}$$

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 21. Datos de conducción.

Diametro exterior (mm)	50
Espesor (mm)	2.31
Diametro Interno (mm)	47.69
Material	‘PVC’
ϵ	3.00E+08
Longitud (m)	190.000
K	33.330

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 22. Calculo de celeridad.

Calculo de la celeridad	
a	356.83 m/s

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K * \frac{D}{e}}}$$

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 23. Datos en conducción.

ΔH	50.61 m.c.a
Hm	52.21 m.c.a
Q b	0.69 lps
V	0.39 m/s
Hm/L	0.275

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 24. Presión máxima para elección de SDR de tubería

ΔH=	14.14	mca
ΔH=	20.08	psi
ΔH=	66.35	mca
SDR 17	175.00 m.c.a	OK

Fuente: Elaboración propia (2019).

Anexo N° 25. Selección de diametro mas economico.

Regimen de bombeo (hrs)	CPDT (final del periodo)	Caudal de bombeo (final del periodo)	Diametro calculado (pulg)	Diametro comercial (pulg)	CTD	Longitud	V.P	CAT	Pot bomba	Pot motor	Pot comercial	CAE	CAEq
8	0.34	1.01	1.6	2 pulg	52.9	190.0	3436.5	350.0	1.0	1.2	1.5	22,177.3	22,527.3
10		0.81	1.4	2 pulg	55.0		3139.1	319.7	0.8	1.0	1.0	18,481.1	18,800.8
12		0.67	1.3	2 pulg	52.2		3436.5	350.0	0.7	0.8	1.0	22,177.3	22,527.3
14		0.58	1.23	2 pulg	52.0		3436.5	350.0	0.6	0.7	1.0	25,873.5	26,223.5
16		0.50	1.16	2.0 pulg	51.9		3436.5	350.0	0.5	0.6	0.5	14,784.8	15,134.9

Fuente: Elaboración propia (2019).

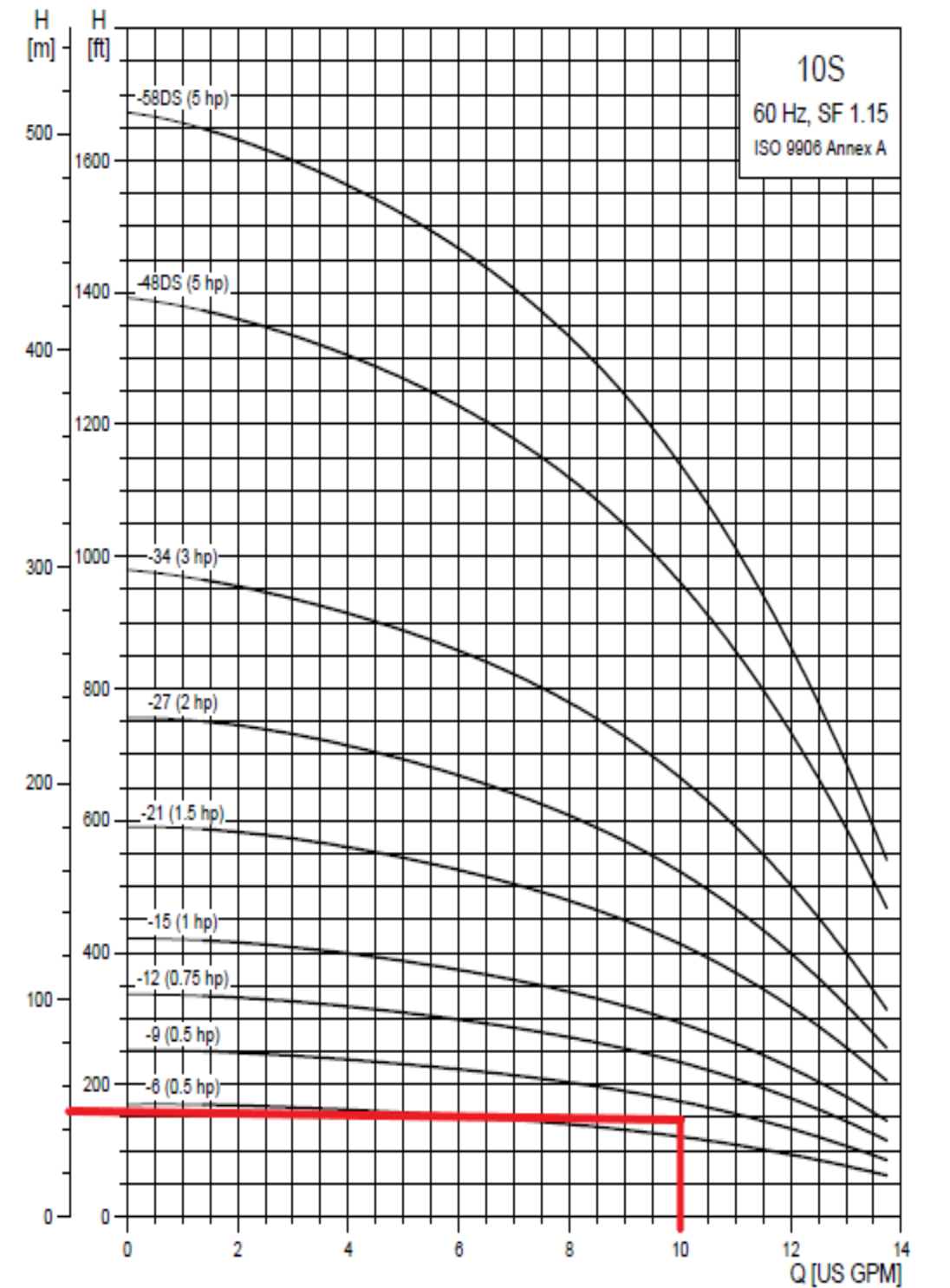
DIAMETRO	LONGITUD	V.P	CAT	hf	CTD	POT BOMBA	POT MOTOR	POT COMERCIAL	CAE	CAEq	CONCLUSION
2.00 pulg	190.00 m	3436.52 C\$	350.02 C\$	1.60 m	52.21 m	0.69 HP	0.81 HP	0.50 HP	14,784.84	15,134.86	N/A
1.50 pulg	190.00 m	3139.13 C\$	319.73 C\$	1.59 m	52.20 m	0.69 HP	0.81 HP	0.50 HP	14,784.84	15,104.57	DIAMETRO MAS ECONOMICO
3.00 pulg	190.00 m	5605.83 C\$	570.97 C\$	1.02 m	51.63 m	0.68 HP	0.80 HP	0.50 HP	14,784.84	15,355.81	N/A

Fuente: Elaboración propia (2019).

AÑOS	20
INTERES	8%
CRF	0.102
COSTO DE ENERGIA POR KW HORA	6.79 C\$

VP: VALOR PRESENTE
CAT: COSTO ANUAL DE TUBERIA
CTD: CARA TOTAL DINAMICA
CAE: COSTO ANUAL DE ENERIA
CAEq: COSTO ANUAL EQUIVALENTE
CRF: FACTOR DE RECUPERACION

Anexo N° 26. Curva característica



Anexo N° 27. Derrotero de la red de distribución

Puntos		Rumbo	Long	Coordenadas		Elev
Inicia	Termina		(m)	X	Y	Msnm
Línea #1						
1				632755.00	1384009.00	282.21
1	2	N20°25'20"E	100	632789.36	1384056.37	283.30
1	3	N38°57'21"E	60	632827.62	1384056.37	278.38
3	4	N40°14'11"E	35	632850.22	1384083.09	276.15
4	5	N35°44'33"E	165	632946.61	1384217.01	272.26
5	6	N46°44'09"E	20	632961.17	1384230.72	273.96
6	7	N33°41'25"E	100	633016.64	1384313.93	279.05
7	8	N52°48'54"W	40	633984.78	1384338.10	279.17
8	9	N27°4'18"W	100	632939.27	1384427.14	280.49
9	10	N20°13'28"W	40	632925.44	1384464.68	280.21
10	11	N32°9'50"W	115	632864.22	1384562.03	280.62
11	12	N73°52'54"W	105	633763.34	1384591.15	284.40
12	13	N71°6'49"W	120	632949.80	1384629.99	285.97
13	14	N82°55'34"W	140	632510.86	1384671.23	287.13
14	15	N82°40'40"W	180	632332.33	1384670.18	291.64
Total= 1320.00						
Línea #2						
7				633016.64	1384313.93	279.05
7	16	N20°25'20"E	21.00	633014.04	1384334.76	279.75
16	17	N7°7'29"W	14.10	633027.66	1384331.13	280.10
17	18	S75°4'06"E	184.90	633128.11	1384175.89	274.63
18	19	S32°54'18"E	100.00	633199.81	1384106.18	276.28
19	20	S45°48'24"E	147.00	633294.31	1383993.59	274.74
20	21	S40°0'22"E	73.00	633357.62	1383957.26	274.91
21	22	S60°9'14"E	160.00	633505.35	1383895.79	277.40
22	23	S67°24'26"E	140.00	633637.44	1383849.40	275.47
23	24	S70°39'05"E	60.00	633696.54	1383859.77	274.03
24	25	N80°2'58"E	40.00	633732.86	1383876.53	278.50
25	26	N65°13'30"E	80.00	633812.43	1383868.27	283.77
26	27	S84°4'06"E	70.00	633982.42	1383867.32	284.30
27	28	S89°13'32"E	90.00	633972.42	1383866.29	279.47
28	29	S79°44'18"E	120.00	633090.50	1383844.91	272.73
29	30	N85°31'59"E	60.00	634150.32	1383849.58	264.86
Total= 1360.00						
Línea #3						
27				633882.42	1383867.32	283.30

Puntos		Rumbo	Long	Coordenadas		Elev
Inicia	Termina		(m)	X	Y	Msnm
27	31	N47°1'39"E	160	633999.49	1383976.38	287.09
31	32	N23°34'30"E	60	634023.49	1384031.38	284.28
32	33	N45°0'1"E	73	634075.11	1384082.99	283.07
33	34	N81°31'45"E	47	634121.59	1384089.92	281.85
34	35	N60°8'29"E	60	634173.63	1384119.79	277.73
35	36	N27°33'12"E	24	634184.73	1384141.07	276.64
36	37	N14°45'47"E	156	634224.48	138429182	282.53
Total= 580.00						
Línea #4						
33				634075.11	1384082.99	283.77
33	36-A	N83°4'51"E	80.00	633995.96	1384073.36	285.83
36-A	37-A	S64°43'38"E	140.00	633869.09	1384013.59	287.91
37-A	38	S40°43'56"E	160.00	633764.69	1383892.34	281.61
38	25	S63°35'5.22"E	39.00	633732.86	1383876.53	278.50
Total= 419.00						
Línea #5						
35				634173.63	1384119.79	277.73
35	40-A	S83°2'47"E	124.00	634296.72	1384104.78	270.73
Total= 124.00						
Línea #6						
9				632939.26	1384427.14	280.49
9	9-A	S2°22'00"W	120.00	632934.31	1384307.25	279.62
9-A	6	S19°20'33.032"E	76.00	632961.17	1384230.72	273.96
Total=196.00						
Línea #7						
2				632789.89	1384009.71	283.30
2	39	N64°33'50"W	86.00	632712.23	1384046.65	280.74
39	39-A	N27°57'04"W	34.00	632696.29	1384076.68	279.52
39-A	40	N27°57'04"W	80.00	632658.80	1384147.35	279.27
40	41	N39°59'13"W	40.00	632633.09	1384178.00	279.27
41	42	N70°20'46"W	31.00	632603.90	1384188.43	279.29
Total= 271.00						
Línea #8						
42				632603.90	1384188.43	279.29
42	43	S59°44'37"W	40.00	632569.35	1384168.27	284.60
43	44	S1°30'27"E	76.00	632571.34	1384092.30	292.35
44	45	S38°47'03"W	74.00	632524.99	1384110.86	309.70
Total= 190.00						
Línea #9						

Puntos		Rumbo	Long	Coordenadas		Elev
Inicia	Termina		(m)	X	Y	Msnm
42				632603.90	1384188.42	279.29
42	46	S14°10'10"E	80.00	632623.48	1384110.86	283.18
42	39-A	S64°51'22.385"E	78.30	632696.29	1384076.68	279.52
Total= 158.30						
Línea #10						
3-A				632841.93	1384073.29	277.00
3-A	3-B	S65°56'37"W	72.38	632775.84	1384102.79	277.00
		Total=	72.38			
Línea #11						
3-A				632876.19	1384119.17	275.06
3-A	3-B	N14°10'10"W	73.03	632819.19	1384164.82	275.00
Total= 73.03						

Anexo N° 28. Prueba de calidad de agua.

2017: TIEMPOS DE VICTORIAS POR GRACIA DE DIOS!

ENACAL 2017

INTERESADO: COMUNIDAD: FECHA CAPT.: 30/11/17

DEPARTAMENTO: BOACO HORA CAPT.: 2:00 PM

MUNICIPIO: TEUSTEPE PRESERV.: SI HIELO

COMUNIDAD: COYUSNE TIPO FUENTE: SUBT.

PUNTO DE CAPTACION: PF DEL FUENTE 150M HACIA TEUSTEPE

RESULTADOS

PARAMETRO	PP	NORMAS CAPRE	
TEMPERATURA	24.1	18-30	°C
pH	6.98	6.5-8.5	
COND. ELECTRICA	128	1000	µS/cm
TURBIDEZ	2	5	NTU
COLOR	12	15	UC
SOLID. DISUELTOS	64	400	mg/l CaCO ₃
HIERRO	0.1	0.3	mg/l
CLORO RESIDUAL	0	0.5-4.3	mg/l
ALCALINIDAD	-	95-12	mg/l
BACTERIOLOGICO	15	0-4 10 colonias	100ML
ARSENICO TOTAL	3	10	µg/l

Nota: Como se observa en los resultados de las muestra los parámetros están dentro de las NORMAS CAPRE que rigen en nuestro país.

El análisis Bacteriológico: Fue realizado por filtración de Membrana de 45mm y 0.45 µm. Con Resultado de 15 colonias de Coliformes fecales en 100ml.

El resultado del análisis Arsénico total no hay presencia el equipo parte de 02µg/l.

Recomendación: Cloración continúa del agua.

Atestamento


Manuel Meza Hurtado
Resp Lab. Regional ENACAL SUR

CC: Auditor

Anexo N° 29: Presupuesto.

Cuadro N° 51.Presupuesto

MABE EN COMUNIDAD COYUSNE
MUNICIPIO:TEUSTEPE DEPARTAMENTO: BOACO

Etapa	Sub Etapa	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
310		PRELIMINARES				408,841.91
	31001	LIMPIEZA INICIAL				113,113.95
	92224	Limpieza Inicial	m ²	5,283.23	21.41	113,113.95
	31002	TRAZO Y NIVELACIÓN				274,727.96
	96470	Trazo de Eje de Tubería de Agua Potable (Incl. Estacas de Madera+ Mano de Obra+ Equipo de Topografía)	m	5,283.23	52.00	274,727.96
	31005	RÓTULOS				21,000.00
	04277	Rótulo 1.22 x 2.44 (estr. Metal y zinc liso)	c/u	1.00	21,000.00	21,000.00
320		LÍNEA DE CONDUCCIÓN	m	190.00		90,177.50
	32001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA				38,000.00
	95161	Excavación Manual En Terreno Arcilla	m ³	118.75	320	38,000.00
	32004	RELLENO Y COMPACTACIÓN				12,112.50
	92226	Relleno y Compactación Manual	m ³	118.75	102.00	12,112.50
	32006	PRUEBA HIDROSTÁTICA				172.00
	93282	Prueba hidrostática (con bomba manual) en tubería D=hasta 4", L= hasta 300m para proy. A/P	c/u	1.00	172.00	172.00
	32015	TUBERÍA DE 2" DE DIÁMETRO				17,910.00
	92170	Bloque de reacción para accesorios menores a 6"	c/u	10.00	138.00	1,380.00
	96532	Tubería PVC de 2" SDR-26 con Empaque Elastomerico (sin excavación)	m	190.00	87.00	16,530.00
	33025	VALVULAS Y ACCESORIOS				21,983.00
	03942	Valvula de limpieza de bronce Diám. = 1½" con 1mTubo hierro 1½"(INC. Excavacion y Bloque de reaccion)	c/u	1.00	1,683.00	1,683.00
	03219	Valvula de Aire y Vacio de Hierro Fundido Diám. = 1" Con Caja de Reg de 0.60 X 0.60 m + Bloque de R	c/u	1.00	20,300.00	20,300.00

Etapa	Sub Etapa	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
330		LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	M	4,973.03		2,228,024.06
	33001	EXCAVACIÓN PARA TUBERÍA	m³	3,108.14		1,186,287.56
	95161	Excavación Manual En Terreno Arcilla	m³	2,508.14	392.494704	984,433.14
	95738	Excavacion Manual en Terreno Roca Basaltica, Ancho=De 0.00 a 0.50m	m³	600.00	336.424032	201,854.42
	33004	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m³	2,508.14		211,801.90
	92226	Relleno y Compactación Manual	m³	2,508.14	84.45	211,801.90
	33007	PRUEBA HIDROSTÁTICA				34,098.72
	93282	Prueba hidrostática (con bomba manual) en tubería D=hasta 4", L= hasta 300m para proy. A/P	c/u	17.00	2,005.81	34,098.72
	33008	TUBERÍA DE 2" DE DIÁMETRO		4,973.03		450,943.06
	92170	Bloque de Reacción de Concreto Para Accesorios Menores a 6"	c/u	150.00	121.93	18,289.45
	96532	Tubería PVC de 2" SDR-26 con Empaque Elastomerico (sin excavación)	M	4,973.03	87.00	432,653.61
	33025	VALVULAS Y ACCESORIOS				344,892.83
	03942	Valvula de limpieza de bronce Diám. = 1½" con 1mTubo hierro 1½"(INC. Excavacion y Bloque de reaccion)	c/u	7.00	658.28	4,607.98
	03145	Valvula de Compuerta de Hierro Fundido D= 2" (Incl.Bloque de Reaccion)	c/u	6.00	11,575.46	69,452.74
	95781	Flange de Ho. Fo. Diám.=2" (Junta Roscable) Sin Hoyos	c/u	12.00	1,874.26	7,113.21
	95932	Perno de Acero Diám.=½", L=24" con Tuerca y Arandela	c/u	48.00	306.00	14,688.14
	04162	Caja para Proteccion de valvula hecha de tubo PVC Diám.= 6"(SDR-41)(No Incl. Excavacion)	c/u	13.00	667.31	8,675.05
	04043	Cruce (Bajo lecho) de cauce con tubería de Hierro Galvanizado Diám.=2" con concreto 3000 PSI	M	42.00	2,822.48	118,544.14
	04093	Cruce de Alcantarilla con Tubería de Hierro Galvanizado Diám.=2" (Incl Pintura Anticorrosiva en Tubos)	M	28.20	936.97	26,422.57
	04084	Cruce de Puente con Tubería de Hierro Galvanizada Diám.=2"	M	92.00	662.52	60,951.77
	04601	Caja de Registro de Concreto de 3000 PSI Ref. +Pared de Ladrillo Cuarteron de 0.60x0.60,H=1.00a1.50m	c/u	6.00	4,653.43	27,920.57
	95522	Tapa de Acero (A-36) de 0.70mx0.70m, esp.=1/8" Con 2 Candados Medianos (Incluye Pintura Anticorr)	c/u	6.00	1,086.11	6,516.66
335		TANQUE DE ALMACENAMIENTO				911,984.70
	33501	MOVIMIENTO DE TIERRA PARA TANQUE DE ALMACENAMIENTO				296,845.81

Etapas	Sub Etapas	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
	92224	Limpieza Inicial	m ²	400.00	17.82	7,129.83
	92020	Niveleta Sencilla L=1.65 m	c/u	4.00	81.90	327.59
	92022	Niveleta Doble 1.50m x 1.50m	c/u	4.00	138.19	552.75
	95161	Excavación Manual en Terreno Arcilla	m ³	100.00	285.19	28,519.31
	92277	Conformacion Manual de Terreno con Cortes y Rellenos hasta 5 cms	m ²	200.00	8.64	1,728.98
	95268	Mezcla Manual de Suelo Cemento Proporción 1:10 (C:S) (1 de Cemento y 10 de Suelo)	m ³	130.00	1,346.46	175,039.42
	94033	Grava Clasificada (Piedrín)	m ³	52.00	856.83	44,555.20
	93278	Relleno y Compactacion (Con Vibrocompactadora Manual)	m ³	100.00	389.93	38,992.73
	33502	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE MAMPOSTERIA				562214.1185
	02146	Tubería de Hierro Galvanizado Diám.=2" (No Incl. Excavacion) (Incl. Bloque de Reaccion)	M	30.00	689.08	20,672.37
	96165	Tubería PVC de 2" SDR-26(sin excavación)	M	12.00	80.56	966.69
	94567	Union Dresser de Ho. Fo. Diám. = 2"	c/u	1.00	1,475.54	1,475.54
	94568	Union Dresser de Ho. Fo. Diám. = 3"	c/u	1.00	2,508.42	2,508.42
	93598	Bloque de Reaccion de Concreto C/Anclaje P/Accesorios de Tubos	c/u	6.00	332.77	1,996.64
	93848	Codo de Hierro Galvanizado de 2" x 90°	c/u	16.00	338.51	5,416.13
	93849	Codo de Hierro Galvanizado de 2" x 45°	c/u	1.00	389.54	389.54
	93869	Codo de Hierro Galvanizado de 3" X 45°	c/u	2.00	815.98	1,631.95
	94369	Tee de Hierro Galvanizado de 2"	c/u	1.00	352.85	352.85
	03145	Valvula de Compuerta de Hierro Fundido Diám. = 2" (Incl. Bloque de Reaccion)	c/u	4.00	12,247.02	48,988.06
	95781	Flange de Ho. Fo. Diám.=2" (Junta Roscable) Sin Hoyos	c/u	8.00	1,875.42	15,003.33
	96021	Perno de Acero Diám.=3/4", L=5" Grado 8 con Tuerca y Arandela	c/u	32.00	139.01	4,448.45
	94976	Medidor Maestro de Hierro Fundido Diám. = 2" Con Bidas	c/u	1.00	9,148.37	9,148.37
	03113	Caja para Proteccion de Valvula Concreto de 2500psi sin Ref. de 0.5 x 0.50, H=0.50 C/Tapa Lam 3/16"	c/u	4.00	1,353.91	5,415.62
	04930	Caja Registro de Concreto de 2500 PSI Sin Ref. + Pared de Bloque de Mortero de 1.00mx1.00m,h=1.00m	c/u	1.00	6,545.19	6,545.19
	92282	Fundir Concreto en cualquier elemento	m ³	18.30	288.76	5,284.27
	92008	Concreto Ciclopeo (Considerando Compra de Piedra Bolon)	m ³	41.90	2,365.83	99,128.17

Etap	Sub Etapa	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
	95110	Concreto de 4,000 psi (con mezcladora)	m ³	18.30	5,063.52	92,662.46
	92388	Formaletas para Fundaciones	m ²	4.39	352.10	1,546.44
	92371	Formaletas para Muros	m ²	86.00	250.94	21,580.74
	92387	Formaleta para Fondo de Entrepiso	m ²	15.81	333.64	5,274.89
	92160	Piqueteo Total en Concreto Fresco	m ²	129.30	28.52	3,687.55
	92140	Repello Corriente	m ²	129.30	143.98	18,616.24
	92141	Fino Corriente	m ²	129.30	85.47	11,050.95
	93413	Sellador de Paredes de Concreto en Tanque de Agua Potable	m ²	52.14	56.60	2,950.92
	03830	Peldaño de Varilla de Hierro Corrugado Grado 40, D= 5/8", Ancho= 0.30m, Des = 0.90m	c/u	20.00	94.61	1,892.22
	93352	Hierro (En Varillas) Liso de Construcción	Lbs	100.00	32.95	3,295.42
	93353	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) D <= AI No 4	Lbs	2,010.00	22.66	45,541.71
	93383	Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) D>= AI No 4	Lbs	1,721.00	40.95	70,468.66
	03106	Anden de Concreto de 2500 PSI Sin Ref.,Espesor=0.075m	m ²	30.40	387.42	11,777.57
	03216	Canal Rect. De Concreto de 2000psi sin Ref. A=0.30 H=0.15, E=0.10 con repello corriente	M	36.00	870.68	31,344.45
	92111	Bordillo de Piedra Cantera de 0.15 x 0.40 x 0.60 m, 1 Hilada Arenillada (Incl. Excavacion)	M	40.00	241.92	9,676.75
	93873	Respiradero de Tubo de Ho. Go. Diám. = 3"	c/u	1.00	1,475.54	1,475.54
	33508	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				52,924.77
	03064	Cerco (A) de Alambre de Puas Cal.13 1/2, 9 Hilos c/Poste Pretensado de H= 2.55M (Incl. Excav)	M	78.00	670.65	52,310.36
	93056	Puerta de Marco de Madera Blanca y Forro de Alambre de Puas cal. # 13½	c/u	1.00	614.41	614.41
340		FUENTE Y OBRAS DE TOMA				863,486.29
	34001	OBRAS DE CAPTACIÓN				810,561.51
	95018	Perforacion de pozo con maquina rotativa Diám. de Perforacion=14" En Terreno combinado(Natural y Duro)	PIE	400.00	798.39	319,354.94
	94029	Tapon Hembra Liso de PVC Diám.=8"	c.u	1.00	1,307.33	1,307.33
	92620	Limpieza y Desarrollo (Pormedio Medio de Presion de Aire) en Tubo para Estabilizar Paredes	Hrs	4	175.00	700.00
	95026	Tuberia Ciega (o Sin Ranura) de PVC Diám.=8" (SCH-40) SLOT 40 Inst en Pozo con Maquina Rotativa con Martillo(Hidráulica con capacidad máxima de p=320m	PIE	309.00	578.41	178,729.69

Etap	Sub Etap	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
	95027	Tuberia Ranurada de PVC Diám.=8" (SCH-40) SLOT 40 (Abertura)=1 mm para ademe en pozo con maquina rotativa con martillo (Hidráulica con cap. perf=320 m	PIE	91.00	697.93	63,511.84
	40046	Prueba de Bombeo escalonada (Incluye arquiler de bomba sumergible,sonda manual y Bomba de succion)	Hrs	6.00	7,994.26	47,965.57
	40552	Prueba de Bombeo constante (Incluye arquiler de bomba sumergible,valvulas para determinar el caudal del pozo)	Hrs	18.00	6,888.55	123,993.86
	40021	Análís Bacteriológico Completo+E.Coliforme del agua P/A.P	c/u	2.00	10,328.81	20,657.62
	40089	Análisis de Arsénico del Agua	c/u	1.00	10,328.81	10,328.81
	40020	Análisis Físico Químico de Agua P/A.Potable (Incl. Amoniáco y Cianuro)	c/u	1.00	10,328.81	10,328.81
	93273	Desinfeccion (Con Hipoclorito de Sodio) y Limpieza de Pozo a Cielo Abierto (Incl. Bomba de Succion)	Glb	1.00	4,574.19	4,574.19
	96166	Tuberia de pvc diametro 1 1/2" sdr-26 (No Incl excavacion) (Junta cementada)	M	100.00	106.33	10,632.77
	96165	Tuberia de pvc diametro 2" SDR-26 (No Incl excavacion) (Junta cementada)	M	6.00	146.43	878.60
	93514	Tapon Hembra Liso de PVC Diám.=1 1/2"	c.u	1.00	31.93	31.93
	94308	Tapon Hembracon rosca de de PVC Diám.=2" (SCH-40) (ASTM 2466)	c.u	1.00	94.30	94.30
	04286	Sello con material bentonita(arcilla coloidal) y mortero proporcion 1.1 para pozo perforado	Pie	30.00	246.98	7,409.30
	93618	Gravilla de rio (canto rodado de 10-15 mm)(considera compra)	m3	8.16	1,233.58	10,061.97
	33508	CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES				52,924.77
	03064	Cerco (A) de Alambre de Puas Cal.13 1/2, 9 Hilos c/Poste Pretensado de H= 2.55M (Incl. Excav)	M	78.00	670.65	52,310.36
	93056	Puerta de Marco de Madera Blanca y Forro de Alambre de Puas cal. # 13½	c/u	1.00	614.41	614.41
345		ESTACION DE BOMBEO - AGUA POTABLE				1,192,790.13
	34501	CASETA DE CONTROL				203,244.04
	92224	Limpieza Inicial	m²	20.00	17.82	356.49
	92020	Niveleta Sencilla L=1.65 m	c/u	4.00	81.90	327.59
	92022	Niveleta Doble 1.50m x 1.50m	c/u	4.00	138.19	552.75
	95161	Excavación Manual En Terreno Arcilla	m³	10.00	292.44	2,924.35

Etapas	Sub Etapas	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
	92277	Conformacion Manual de Terreno con Cortes y Rellenos hasta 5 cms	m ²	40.00	8.64	345.80
	95268	Mezcla Manual de Suelo Cemento Proporción 1:10 (C:S) (1 de Cemento y 10 de Suelo)	m ³	10.00	1,346.46	13,464.57
	94033	Grava Clasificada (Piedrín)	m ³	5.20	856.83	4,455.52
	93278	Relleno y Compactacion (Con Vibrocompactadora Manual)	m ³	10.00	389.93	3,899.27
	04275	Caseta de Mamposteria Confinada + Cubierta Techo Zinc,a= 3.95 m x 2.85 m P/Cloracion y Controles Electricos	C/U	1.00	150,618.85	150,618.85
	03106	Anden de Concreto de 2500 PSI Sin Ref.,Espesor=0.075m	m ²	30.00	387.42	11,622.60
	03216	Canal Rect. De Concreto de 2000psi sin Ref. A=0.30 H=0.15, E=0.10 con repello corriente	M	14.80	870.68	12,886.05
	92111	Bordillo de Piedra Cantera de 0.15 x 0.40 x 0.60 m, 1 Hilada Arenillada (Incl. Excavacion)	M	7.40	241.92	1,790.20
	34503	EQUIPOS, TUBERIA Y ACCESORIOS				478,054.70
	95815	Columna de Tubo Redondo de Hierro Galvanizado Diám.=3" Para descarga en Equipo de Bombeo	M	93.00	2,750.00	255,750.00
	95219	Bomba C/Motor Sumergible de 1/2 HP, Q=10 GPM, CTD=200', 1/60/230 v Con Panel de Control de Bomba	c/u	1.00	100,498.01	100,498.01
	02394	Sarta de Hierro Fundido + Válvulas Diám. = 2" (Incluye Medidor Maestro) Para Equipo de Bombeo	c/u	1.00	94,434.82	94,434.82
	92981	Manometro de 300 PSI	c/u	1.00	1,638.92	1,638.92
	94369	Tee de Hierro Galvanizado de 2"	c/u	1.00	358.78	358.78
	94525	Plato (Platina) Cuadrada de Hierro Fundido de 16" con Orificio D=3", Esp=1/4" para soporte de equipo de bombeo	c/u	1.00	3,589.66	3,589.66
	95098	Válvula de Aire y Vacio de Hierro Fundido Diám.=2" Con Sus Accesorios	c/u	1.00	4,077.99	4,077.99
	95100	Valvula de Alivio de Hierro Fundido Diám.=2" (No Incl. Excavacion)	c/u	1.00	17,706.53	17,706.53
	34504	INSTALACIONES ELÉCTRICAS- MEDIA TENSION				54,572.70
	92802	Transformador de 10 kva, 14.4/24.9 kv, 120/240 v (no incl. Estructura)	c/u	1	30,876.10	30,876.10
	94433	Estructura electrica ha-100 b/c 14.4/24.9 kv (media tension)	c/u	4	4,956.80	19,827.20
	94431	Estructura electrica pr-101 c tierra 14.4/24.9 kv (media tension)	c/u	3	1,289.80	3,869.40
	34508	INSTALACIONES ELÉCTRICAS-BAJA TENSION				371,918.68
	95081	Aislador de tornillo de porcelana	c/u	1	106.25	106.25
	96460	Aislador dielectrico para contactos de arrancadores (presentación en spray) contenido=400 ml	c/u	1	780.57	780.57
	92648	Alambre electrico de cobre thhn #4 awg	M	10	103.79	1,037.90

Etap	Sub Etap	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
	92270	Alambre electrico de cobre thhn cableado #12 awg	M	100	23.03	2,303.16
	93811	Apagador doble de 15 amp/120v con placa de baquelita	c/u	1	181.75	181.75
	95347	Arrancador magnetico directo (a tension completa) p/motor de 3 hp, 1/60/230 v con todas protecciones	c/u	1	23,402.80	23,402.80
	95028	Bomba c/motor sumergible de 3 hp, q=21 gpm, ctd=400', 1/60/230 v, con panel de control de bomba	c/u	1	63,263.80	63,263.80
	93641	Bombillo fluorescente de 13 watts + cepo de porcelana redondo (no incl.caja de registro)	c/u	3	371.93	1,115.78
	92558	Breaker de 1x20 amperios	c/u	4	315.95	1,263.78
	92698	Breaker de 2x20 amperios	c/u	1	624.15	624.15
	92734	Breaker de 2x30 amperios	c/u	1	672.53	672.53
	92557	Breaker de 2x40 amperios	c/u	1	737.15	737.15
	93562	Cable electrico acsr #1/0	M	302.4	71.26	21,548.57
	94838	Cable electrico de cobre tsj 2x12	M	6	66.68	400.08
	95034	Cable electrico sumergible #10x3	M	105	211.47	22,203.83
	94077	Cable protoduro nyy 3x10 mm	M	12	318.45	3,821.39
	94997	Cable triplex acsr #2	M	24	102.73	2,465.62
	92267	Caja de registro de emt de 2" x 4"	c/u	3	74.31	222.93
	92266	Caja de registro de emt de 4" x 4"	c/u	6	121.14	726.86
	94341	Caja de registro de emt de 6" x 6" con tapa de emt de 6"x6" para intemperie	c/u	1	501.13	501.13
	92268	Canalizacion con tubo conduit de pvc diám.=½" (incl. Bridas)	m	30	50.46	1,513.85
	93526	Canalizacion con tubo conduit de pvc diám.=1" (incl. Bridas)	m	11	65.01	715.11
	95545	Cinta de advertencia de peligro	m	50	3.25	162.30
	95597	Codo radio largo (ó curva) de pvc diám.= ½"	c/u	7	36.08	252.59
	95294	Codo radio largo (ó curva) de pvc diám.= 1"	c/u	4	173.28	693.13
	94844	Conector conduit de pvc diám.=½"	c/u	6	33.75	202.49
	95080	Conector conduit de pvc diám.=1"	c/u	1	69.75	69.75
	371004	Conector de compresión para cable 1/0 - 1/0 awg, caja #4	c/u	6	55.54	333.24
	95892	Desinstalacion manual de cable de aluminio #1/0 acsr colocado entre postes de luz	m	288	12.33	3,551.01
	95772	Desmontaje manual de estructura electrica: bt-101/c	c/u	1	691.90	691.90
	96043	Desmontaje manual de estructura electrica: bt-104/c	c/u	1	1,154.88	1,154.88
	96044	Desmontaje manual de estructura electrica: ha-100 a/c	c/u	4	866.16	3,464.64

Etap	Sub Etap	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
	96611	Energizar acometida electrica e sintalar cable de aluminio acsr en long. De 0-4m entre banco de medición y mufa	c/u	1	653.88	653.88
	95554	Estructura electrica bt-104/c: red en cable, fin de línea	c/u	1	2,296.83	2,296.83
	95557	Estructura electrica de-bt/c: derivacion baja tension (cable o neutro)	c/u	1	1,532.37	1,532.37
	94575	Estructura electrica mt-601/c: montaje monofasico, alineamiento angulo 0° á 5°	c/u	1	2,279.66	2,279.66
	94576	Estructura electrica mt-602/c: montaje monofasico, alineamiento angulo 5° á 30°	c/u	3	2,711.85	8,135.56
	94579	Estructura electrica mt-605/c: montaje monofasico - fin de línea	c/u	2	4,703.64	9,407.29
	95697	Estructura electrica pr-101: instalacion de conductor y electrodo puesta a tierra	c/u	1	3,367.75	3,367.75
	94469	Estructura electrica tr2-105/c estruct.monofasica(no incl. Transform. Ni poste)	c/u	1	15,969.54	15,969.54
	92740	Estructura electrica vm2-1: polo a tierra con varilla	c/u	1	3,569.18	3,569.18
	96047	Excavacion manual aislada en terreno natural de 0.00 a mayor de 1.00mx1.00m,prof.=de 0.00 a 1.00m	m3	1	137.66	137.66
	92975	Fusible primario slofast de 0.7 amperios	c/u	1	528.78	528.78
	95963	Guardanivel de 230 voltios con control de 2 electrodos de acero inoxidable (incl. Caja para guardani	c/u	1	7,050.23	7,050.23
	94819	Hacer balance de carga en paneles	c/u	1	1,586.56	1,586.56
	93288	Lampara (ó luminaria) tipo cobra de vapor de sodio de 250 watts/208v tipo sylvan mod.2250 c/fot y br	c/u	1	4,308.33	4,308.33
	94110	Panel monofasico 12 espacios, 120/208 voltios, barra de 125 amperios c/main 2x60 amp	c/u	1	7,618.84	7,618.84
	92867	Poste troncoconico de concreto pretensado, alto=30' (9.15 m) (no incl.estructura electrica)	c/u	1	12,074.42	12,074.42
	93776	Poste troncoconico de concreto pretensado, alto=35' (10.67 m) (no incl.estructura electrica)	c/u	5	14,087.24	70,436.20
	93906	Poste troncoconico de concreto pretensado, alto=40' (12.20 m), diám.=4"(no incl. Estructura electric	c/u	1	21,916.62	21,916.62
	96773	Supresor de sobrevoltaje de 80 ka 120/240v monofásico para regular energía	c/u	1	37,676.82	37,676.82
	93687	Tomacorriente doble polarizado de 15 amp/120 v con placa de baquelita	c/u	2	92.40	184.80
	93781	Tomacorriente sencillo de 15 amp/120 v con placa de baquelita	c/u	1	93.72	93.72
	92550	Tubo de emt diám.=1½" l= 5.00 m con calavera de emt diám. = 1½"	c/u	1	659.01	659.01
	94845	Union conduit de pvc diám. = ½"	c/u	6	34.75	208.49
	95690	Union conduit de pvc diám. = 1"	c/u	1	41.25	41.25

Etapas	Sub Etapas	ACTIVIDAD	U/M	Cantidad	C.U	Costo Total
350		CONEXIONES				418,820.00
	35002	OTRO TIPO DE CONEXIONES				418,820.00
	03931	Conexión Domiciliar de patio con tubo de PVC D= 1/2" (SDR-13.5) (No incluye Medidor) (Inc. Exc)	c/u	86.00	2,600.00	223,600.00
	92728	Medidor de bronce para Agua Potable diam 1/2 (No incl caja) para Uso domiciliar	c/u	86.00	1,550.00	133,300.00
	94191	Caja prefabricada de concreto para medidor de agua potable para uso domiciliar	c/u	86.00	720.00	61,920.00
360	360	PLANTA DE PURIFICACIÓN				16,968.76
	36003	EQUIPO DE CLORINACIÓN COMPLETO				16,968.76
	95031	Bomba Eléctrica Dosificadora de Cloro de 6 GPD Y 150 PSI	c/u	1	10328.808	10,328.81
	93767	Bidon Plastico Cap= 150Lts (40 Glns)	c/u	1	2951.088	2,951.09
	92337	Repisa de Madera Roja con Acabados de Barniz	c/u	1	3688.86	3,688.86
370		LIMPIEZA Y ENTREGA				14,259.66
	37001	LIMPIEZA FINAL				14,259.66
	92225	Limpieza Manual Final	m²	800.00	17.82	14,259.66
		TOTAL			Total	C\$ 6,060,353.01